

日本国特許庁  
JAPAN PATENT OFFICE

HIROKADO  
March 30, 2004  
BSKB, LLP  
703-205-8000  
2257-0246PWS  
lofi

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出願年月日 2003年 4月 8日  
Date of Application:

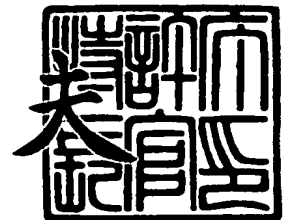
出願番号 特願2003-104161  
Application Number:  
[ST. 10/C]: [JP 2003-104161]

出願人 三菱電機株式会社  
Applicant(s):

2004年 1月 7日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

今井 康



出証番号 出証特2003-3109167



【書類名】 特許願

【整理番号】 544193JP01

【提出日】 平成15年 4月 8日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 H01J 31/12

【発明者】

【住所又は居所】 東京都千代田区丸の内二丁目 2 番 3 号 三菱電機株式会社  
社内

【氏名】 廣門 栄信

【特許出願人】

【識別番号】 000006013

【氏名又は名称】 三菱電機株式会社

【代理人】

【識別番号】 100089233

【弁理士】

【氏名又は名称】 吉田 茂明

【選任した代理人】

【識別番号】 100088672

【弁理士】

【氏名又は名称】 吉竹 英俊

【選任した代理人】

【識別番号】 100088845

【弁理士】

【氏名又は名称】 有田 貴弘

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 012852

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1



【物件名】

図面 1

【物件名】

要約書 1

【プルーフの要否】

要



【書類名】 明細書

【発明の名称】 冷陰極発光素子、画像表示装置及び冷陰極発光素子の製造方法

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 複数の第 1 の電極と、

前記複数の第 1 の電極上に積層して設けられた複数の絶縁層と、

前記複数の絶縁層上に設けられ、前記複数の絶縁層を挟んで前記複数の第 1 の電極と交差するように配置され、前記第 1 の電極側から電子を引き出すための複数の第 2 の電極と、

前記第 2 の電極に対向して配置され、前記電子を加速するための電圧が前記第 1 の電極との間で印加されて、前記電子の入射により発光する第 3 の電極と、を備え、

前記第 1 の電極と前記第 2 の電極との交差部において、前記第 2 の電極及び前記複数の絶縁層を貫通して前記第 1 の電極の表面に到達するように、少なくとも 1 つのホール部が設けられ、

前記ホール部における前記複数の絶縁層が前記第 1 の電極と接触する部分の第 1 の孔径  $d_1$  と、前記ホール部における前記複数の絶縁層が前記第 2 の電極と接触する部分の第 2 の孔径  $d_2$  とが、 $d_1 < d_2$  の関係を満たすように設定され、

前記ホール部における前記第 1 の孔径  $d_1$  を有する前記第 1 の電極側の開口部内において、前記第 1 の電極上には、微細繊維構造を有する物質層が設けられる、冷陰極発光素子。

【請求項 2】 請求項 1 に記載の冷陰極発光素子において、

前記ホール部を、前記複数の絶縁層のうちの前記第 1 の電極と接触する最下層の絶縁層に対応する第 1 区間と、その最下層の絶縁層よりも上に位置する残りの絶縁層に対応する第 2 区間と、前記第 2 の電極に対応する第 3 区間とに分けて考えた場合に、前記第 1 区間における前記ホール部の孔径サイズが前記第 1 の孔径  $d_1$  に設定され、前記第 2 区間における上端部の孔径サイズが前記第 2 の孔径  $d_2$  に設定され、前記第 2 区間における下端部の孔径サイズが第 3 の孔径  $d_m$  (ただし、 $d_m > d_2$ ) に設定される、冷陰極発光素子。

【請求項 3】 請求項 1 に記載の冷陰極発光素子において、

前記ホール部を、前記複数の絶縁層のうちの前記第1の電極と接触する最下層の絶縁層に対応する第1区間と、その最下層の絶縁層よりも上に位置する残りの絶縁層に対応する第2区間と、前記第2の電極に対応する第3区間とに分けて考えた場合に、前記第1区間における前記ホール部の孔径サイズが前記第1の孔径  $d_1$  に設定され、前記第2区間における孔径サイズが前記第2の電極側に向けて先細り状に減少するように設定される、冷陰極発光素子。

【請求項4】 請求項1に記載の冷陰極発光素子において、

前記ホール部を、前記複数の絶縁層のうちの前記第1の電極と接触する最下層の絶縁層に対応する第1区間と、その最下層の絶縁層よりも上に位置する残りの絶縁層に対応する第2区間と、前記第2の電極に対応する第3区間とに分けて考えた場合に、前記第1区間における前記ホール部の孔径サイズが前記第1の孔径  $d_1$  に設定され、前記第2区間の全体における孔径サイズが前記第2の孔径  $d_2$  にほぼ等しい一定の値に設定される、冷陰極発光素子。

【請求項5】 請求項1に記載の冷陰極発光素子において、

前記ホール部を、前記複数の絶縁層のうちの前記第1の電極と接触する最下層の絶縁層に対応する第1区間と、その最下層の絶縁層よりも上に位置する残りの絶縁層に対応する第2区間と、前記第2の電極に対応する第3区間とに分けて考えた場合に、前記第1区間における前記ホール部の孔径サイズが前記第1の孔径  $d_1$  に設定され、前記第2区間における孔径サイズが前記第2の電極側に向けて末広がり状に拡大するように設定される、冷陰極発光素子。

【請求項6】 請求項1ないし4のいずれかに記載の冷陰極発光素子において、

前記複数の絶縁層のうちの前記第1の電極と接触する最下層の絶縁層よりも上側に位置する絶縁層が、前記第2の電極層と同一のパターン形状を有する、冷陰極発光素子。

【請求項7】 請求項1ないし5のいずれかに記載の冷陰極発光素子において、

前記複数の絶縁層のうちの前記第1の電極と接触する絶縁層は、絶縁性の膜材料が堆積されて形成された堆積絶縁層である、冷陰極発光素子。

【請求項 8】 請求項 1 ないし 5 のいずれかに記載の冷陰極発光素子において、

前記複数の絶縁層のうちの前記第 1 の電極と接触する絶縁層は、ガラス粉末が樹脂中に分散されてなるペースト材料が焼結されて構成されている、冷陰極発光素子。

【請求項 9】 請求項 1 ないし 5 のいずれかに記載の冷陰極発光素子において、

前記複数の絶縁層のうちの前記第 1 の電極と接触する最下層の絶縁層の厚さ  $t_1$  と、前記複数の絶縁層のうちの前記最下層の絶縁層以外の部分の厚さ  $t_2$  とが、 $t_1 < t_2$  の関係を満たすように設定されている、冷陰極発光素子。

【請求項 10】 請求項 1 ないし 5 のいずれかに記載の冷陰極発光素子において、

前記各絶縁層は、ガラス粉末が樹脂中に分散されてなるペースト材料が焼結されて構成されており、前記第 2 の電極に近接して位置する前記絶縁層に用いられる前記ガラス粉末ほど、ガラス軟化点の低いものが用いられる、冷陰極発光素子。

【請求項 11】 請求項 1 ないし 5 のいずれかに記載の冷陰極発光素子を有する画面を備える画像表示装置。

【請求項 12】 請求項 1 ないし 5 のいずれかに記載の冷陰極発光素子の製造方法であって、

前記ホール部が形成された基板の表面に、微細繊維構造物質を溶剤に分散させてなる液を塗布して乾燥させる工程と、

前記微細繊維構造物質を含む乾燥膜の表面に研磨粒子を高速で吹き付けて、その乾燥膜の不要部分を除去する工程と、  
を備える、冷陰極発光素子の製造方法。

【請求項 13】 請求項 12 に記載の冷陰極発光素子の製造方法において、  
前記研磨粒子は、その粒径  $d_s$  が前記第 1 の孔径  $d_1$  及び前記第 2 の孔径  $d_2$  に対して、 $d_1 < d_s < d_2$  の関係を満たすものが用いられる、冷陰極発光素子の製造方法。

【請求項 14】 請求項 1 ないし 5 のいずれかに記載の冷陰極発光素子の製造方法であって、

前記第 2 の電極及び前記複数の絶縁層に前記ホール部を形成するとともに、前記ホール部に対応する部分を除いて前記第 2 の電極上を覆う犠牲層を形成する工程と、

前記ホール部内及び前記犠牲層の表面に、前記微細繊維構造物質を溶剤に分散させてなる液を塗布して乾燥させる工程と、

前記微細繊維構造物質を含む乾燥膜の表面に研磨粒子を高速で吹き付けて、その乾燥膜の不要部分を除去する工程と、

前記犠牲層を除去する工程と、  
を備える、冷陰極発光素子の製造方法。

【請求項 15】 請求項 14 に記載の冷陰極発光素子の製造方法において、  
前記研磨粒子は、その粒径  $d_s$  が前記第 1 の孔径  $d_1$  及び前記第 2 の孔径  $d_2$  に対して、 $d_1 < d_s < d_2$  の関係を満たすものが用いられる、冷陰極発光素子の製造方法。

【請求項 16】 請求項 15 に記載の冷陰極発光素子の製造方法において、  
前記犠牲層は、前記第 2 の電極及び前記複数の絶縁層に前記ホール部を形成する際のマスクとしても用いられる、冷陰極発光素子の製造方法。

【請求項 17】 請求項 1 ないし 5 のいずれかに記載の冷陰極発光素子の製造方法であって、

前記複数の絶縁層のうちの最下層の絶縁層を前記第 1 の電極上に形成する工程と、

前記最下層の絶縁層を選択的に除去することによって、前記ホール部の下端部分を構成する前記第 1 の電極側の前記開口部を形成する工程と、

前記開口部内及び前記最下層の絶縁層の表面に、前記微細繊維構造物質を溶剤に分散させてなる液を塗布して乾燥させる工程と、

前記微細繊維構造物質を含む乾燥膜に対して平坦化処理を行うことによって、前記乾燥膜の前記開口部内に位置する部分以外の部分を除去する工程と、  
を備える、冷陰極発光素子の製造方法。

**【発明の詳細な説明】****【0001】****【発明の属する技術分野】**

本発明は、平板型画像表示装置（フラットパネルディスプレイ）に関するものであり、特に、カーボンナノチューブ（以下、「CNT」と略記する）やグラファイトナノファイバー（以下、「GNF」と略記する）等を利用した冷陰極を電子源とする発光素子を画面に用いる電界放出型画像表示装置に関するものである。

**【0002】****【従来の技術】**

CNT等の微細構造物質を電界放出源として利用した従来の冷陰極発光素子及びその製造方法としては、例えば特許文献1に記載のものがある。この特許文献1では、微細構造物質を充填する開口部を通常のプロセス及びドライプロセス等の利用により形成した後、インクジェット法などの手法によりカソード電極表面の所望の位置にCNT含有膜の膜厚を数十ミクロンに制御して作製する。

**【0003】****【特許文献1】**

特開2002-110073公報（図1、明細書[0014]）

**【0004】****【発明が解決しようとする課題】**

上記のような従来技術では、インクジェット法などの手法によりカソード電極（第1の電極）表面の所望位置に設けられる開口部にCNTの含有膜を充填する際に技術的な問題が生じる場合がある。すなわち、CNTの含有膜を充填時の条件（充填時の圧力や粘性の変動、充填位置の位置ズレなど）によって、CNT含有膜が開口部からあふれ出る場合がある。あふれ出たCNT含有膜は、カソード電極（第1の電極）とゲート電極（第2の電極）間に短絡回路を形成するため、電極間ショートが発生しやすい。

**【0005】**

本発明は、以上の問題点を解決するためになされたものであり、カソード電極



とゲート電極との間の短絡回避を容易に行うことができる冷陰極発光素子、画像表示装置及び冷陰極発光素子の製造方法を提供する。

#### 【0006】

また、本発明は、ゲートホール内に形成する微細繊維構造物質を含む物質層の膜厚管理を容易に行うことができ、大画面の表示装置の製造に好適な冷陰極発光素子、画像表示装置及び冷陰極発光素子の製造方法を提供する。

#### 【0007】

##### 【課題を解決するための手段】

請求項 1 に記載の発明に係る冷陰極発光素子は、複数の第 1 の電極と、前記複数の第 1 の電極上に積層して設けられた複数の絶縁層と、前記複数の絶縁層上に設けられ、前記複数の絶縁層を挟んで前記複数の第 1 の電極と交差するように配置され、前記第 1 の電極側から電子を引き出すための複数の第 2 の電極と、前記第 2 の電極に対向して配置され、前記電子を加速するための電圧が前記第 1 の電極との間で印加されて、前記電子の入射により発光する第 3 の電極と、を備え、前記第 1 の電極と前記第 2 の電極との交差部において、前記第 2 の電極及び前記複数の絶縁層を貫通して前記第 1 の電極の表面に到達するように、少なくとも 1 つのホール部が設けられ、前記ホール部における前記複数の絶縁層が前記第 1 の電極と接触する部分の第 1 の孔径  $d_1$  と、前記ホール部における前記複数の絶縁層が前記第 2 の電極と接触する部分の第 2 の孔径  $d_2$  とが、 $d_1 < d_2$  の関係を満たすように設定され、前記ホール部における前記第 1 の孔径  $d_1$  を有する前記第 1 の電極側の開口部内において、前記第 1 の電極上には、微細繊維構造を有する物質層が設けられる。

#### 【0008】

また、請求項 1 2 に記載の発明に係る冷陰極発光素子の製造方法は、請求項 1 ないし 5 のいずれかに記載の冷陰極発光素子の製造方法であって、前記ホール部が形成された基板の表面に、微細繊維構造物質を溶剤に分散させてなる液を塗布して乾燥させる工程と、前記微細繊維構造物質を含む乾燥膜の表面に研磨粒子を高速で吹き付けて、その乾燥膜の不要部分を除去する工程と、を備える。

#### 【0009】

さらに、請求項 14 に記載の発明に係る冷陰極発光素子の製造方法は、請求項 1 ないし 5 のいずれかに記載の冷陰極発光素子の製造方法であって、前記第 2 の電極及び前記複数の絶縁層に前記ホール部を形成するとともに、前記ホール部に対応する部分を除いて前記第 2 の電極上を覆う犠牲層を形成する工程と、前記ホール部内及び前記犠牲層の表面に、前記微細繊維構造物質を溶剤に分散させてなる液を塗布して乾燥させる工程と、前記微細繊維構造物質を含む乾燥膜の表面に研磨粒子を高速で吹き付けて、その乾燥膜の不要部分を除去する工程と、前記犠牲層を除去する工程と、を備える。

#### 【0010】

また、請求項 17 に記載の発明に係る冷陰極発光素子の製造方法は、請求項 1 ないし 5 のいずれかに記載の冷陰極発光素子の製造方法であって、前記複数の絶縁層のうちの最下層の絶縁層を前記第 1 の電極上に形成する工程と、前記最下層の絶縁層を選択的に除去することによって、前記ホール部の下端部分を構成する前記第 1 の電極側の前記開口部を形成する工程と、前記開口部内及び前記最下層の絶縁層の表面に、前記微細繊維構造物質を溶剤に分散させてなる液を塗布して乾燥させる工程と、前記微細繊維構造物質を含む乾燥膜に対して平坦化処理を行うことによって、前記乾燥膜の前記開口部内に位置する部分以外の部分を除去する工程と、を備える。

#### 【0011】

##### 【発明の実施の形態】

##### 実施の形態 1.

図 1 は、本発明の実施の形態 1 に係る冷陰極発光素子の構成を概略的に示す分解斜視図である。本実施の形態に係る冷陰極発光素子は、カソード基板構造に特徴があるため、カソード基板構造に限定して説明を行う。

#### 【0012】

この冷陰極発光素子は、図 1 に示すように、電子源アレイが設けられた背面パネルたるカソード基板 110 と、電子源の位置に合わせて、蛍光体ストライプ又はドットが設けられた前面パネルたる蛍光体表示板 112 と、スペーサたる枠ガラス 111 とを備えている。枠ガラス 111 は、カソード基板 110 と蛍光体表

示板 112 とを一定間隔に保持して固定し、カソード基板 110 と蛍光体表示板 112 との間に密閉空間を形成するためのものである。また、図には示していないが、画面サイズが大きくなると枠ガラス 111 内部にもカソード基板 110 と蛍光体表示板 112 とを一定間隔に保つためのスペーサが必要となる。

#### 【0013】

カソード基板 110 は、ガラス基板 100 と、複数のカソード電極 101 と、複数のゲート電極 102 と、カソード電極 101 とゲート電極 102 との間に設けられる複数の絶縁層 104A, 104B とを備えている。第 1 の電極たるカソード電極 101 は、略帯状の形状を有し、互いに間隔をあけて平行にガラス基板 100 上に配置されている。第 2 の電極たるゲート電極 102 は、カソード電極 101 側から電子を引き出すためのものであり、略帯状の形状を有している。ゲート電極 102 は、カソード電極 101 と交差するように、互いに間隔をあけて互いに平行に配置されている。カソード電極 101 とゲート電極 102 との交差部には、電子源が充填されたホール部たる少なくとも 1 つのゲートホール 103 が形成される。

#### 【0014】

蛍光体表示板 112 の前記密閉空間内に面する部分には、第 3 の電極たる不図示のアノード電極が設けられる。このアノード電極は、電子源から引き出された電子を加速するための電圧がカソード電極 101 との間で印加されており、電子の入射により発光するようになっている。

#### 【0015】

そして、カソード電極 101 に走査信号を入力するとともにゲート電極 102 に画像信号を入力して、カソード電極 101 と前記アノード電極との間に加速電圧を印加することにより、前記アノード電極の発光によって画像表示が行われる。

#### 【0016】

図 2 (a) は図 1 の冷陰極発光素子のカソード基板 110 の要部を拡大した平面図であり、図 2 (b) は図 2 (a) の A1-A1 断面図であり、図 2 (c) は図 2 (a) の B1-B1 断面図である。まず、カソード基板 110 の要部の構造

について説明する。本実施の形態では、図2 (a) ないし図2 (c) に示すように、ガラス基板100の表面には、ストライプ構造を有する複数のカソード電極101が形成されている。カソード電極101は、金属、例えばクロムからなる金属薄膜により形成され、その幅 $W_c$ が例えば $200\mu m$ に設定され、カソード電極101間の間隔 $S_c$ が例えば $400\mu m$ に設定される。カソード電極101の膜厚は例えば $100nm$ に設定される。

#### 【0017】

また、本実施の形態では、2つの絶縁層104A, 104Bが形成されている。絶縁層104A, 104Bは、ガラス粉末が樹脂中に分散されてなる絶縁層用ガラスペーストが焼結されて構成されており、カソード電極101側に位置する下層側の絶縁層104Aの方が、上層側の絶縁層104Bよりもガラス軟化点の高いガラス粉末が用いられている。また、下層側の絶縁層104Aの厚さ $t_1$ と、上層側の絶縁層104Bの厚さ $t_2$ とが、 $t_1 < t_2$ の関係を満たすように設定されている。例えば、 $t_1$ は $6\mu m$ に設定され、 $t_2$ は $12\mu m$ に設定される。

#### 【0018】

ここで、ゲート電極102寄りの絶縁層104Bは、ゲート電極102と、カソード電極101及び後述する電子源たる物質層105との間の絶縁を確保する役割を担うため、カソード電極101寄りの絶縁層104Aより大きな厚みに設定されている。

#### 【0019】

複数のゲート電極102は、カソード電極101と同様にストライプ構造を形成しており、金属、例えばクロムからなる金属薄膜によって形成されている。ゲート電極102の幅 $W_g$ は例えば $1.01mm$ に設定され、ゲート電極102の間隔 $S_g$ は例えば $0.1mm$ に設定される。ゲート電極102の膜厚は例えば $200nm$ に設定される。

#### 【0020】

ゲートホール103は、カソード電極101とゲート電極102との交差部において、ゲート電極102及び絶縁層104A, 104Bを貫通してカソード電

極 101 の表面に到達するように設けられている。ゲートホール 103 の開口部の形状は、任意の形状が採用可能であるが、本実施の形態では円形が採用されている。ここで、このゲートホール 103 の内部の形状を説明するため、ゲートホール 103 を、絶縁膜 104 A に対応する第 1 の区間と、絶縁膜 104 B に対応する第 2 の区間と、ゲート電極 102 に対応する第 3 の区間とに分けて考えることにする。すなわち、本実施の形態では、ゲートホール 103 の絶縁膜 104 A に対応する第 1 の区間の孔径  $d_1$  と、絶縁膜 104 B に対応する第 2 の区間の孔径  $d_2$  とが、 $d_1 < d_2$  の関係を満たすように設定されている。例えば、 $d_1$  が  $20\ \mu\text{m}$  に設定され、 $d_2$  が  $50\ \mu\text{m}$  に設定される。ゲートホール 103 のゲート電極 102 に対応する第 3 の区間の孔径は、第 2 の区間の上端部の孔径  $d_2$  とほぼ等しく設定されている。すなわち、本実施の形態では、ゲートホール 103 の孔径サイズは、第 1 の区間ではほぼ一定の孔径  $d_1$  の値に設定され、第 2 及び第 3 の区間ではほぼ一定の孔径  $d_2$  の値に設定されている。

#### 【0021】

隣接するゲートホール 103 の間隔は、その中心同士の間の距離が所定値、例えば  $100\ \mu\text{m}$  になるように設定されている。

#### 【0022】

このようなゲートホール 103 の底部開口部 103 a 内には、微細繊維構造物質たる CNT を含み、微細繊維構造を有する物質層 105 が形成されている。この物質層 105 は、ゲートホール 103 の絶縁層 104 A に対応する第 1 の区間内に形成されている。すなわち、物質層 105 は、ゲートホール 103 の底部開口部 103 a を介して露出するカソード電極 101 上に形成されている。物質層 105 の厚みは、絶縁層 104 A の膜厚からカソード電極 101 の膜厚を引いた値とほぼ等しくなっている。

#### 【0023】

図 3 は図 2 (a) ないし図 2 (c) の冷陰極発光素子の製造工程のフローチャートである。図 4 (a) ないし図 4 (g) は図 2 (a) の A1-A1 断面図に対応し、その冷陰極発光素子の製造工程の前半部を示す図であり、図 5 (a) ないし図 5 (e) は図 2 (a) の A1-A1 断面図に対応し、その冷陰極発光素子の

製造工程の後半部を示す図であり、図 6 (a) ないし図 6 (g) は図 2 (a) の B1-B1 断面図に対応し、その冷陰極発光素子の製造工程の前半部を示す図であり、図 7 (a) ないし図 7 (e) は図 2 (a) の B1-B1 断面図に対応し、その冷陰極発光素子の製造工程の後半部を示す図である。

#### 【0024】

まず、ガラス基板 100 の表面に、金属、例えばクロムの金属薄膜 115 がスパッタ法等の手法により形成される (図 3 の St1、図 4 (a) 及び図 6 (a))。続いて、金属薄膜 115 をフォトリソグラフィ工程により選択的に除去することにより、カソード電極 101 が形成される (図 3 の St2、図 4 (b) 及び図 6 (b))。ここで、フォトリソグラフィ工程とは、レジスト塗布、乾燥、露光、現像、エッチング、レジスト剥離を備える一連の処理である (以下、同様)。

#### 【0025】

続いて、ガラス基板 100 の表面全体に、カソード電極 101 の上から絶縁層用ガラスペーストが印刷され、その印刷されたガラスペースト層が乾燥された後に、焼成されて、それによって絶縁層 104A が形成される (図 3 の St3、図 4 (c) 及び図 6 (c))。続いて、絶縁層 104A がフォトリソグラフィ工程により選択的に除去されて、ゲートホール 103 の底部開口部 103a を構成するための孔径 d1 のホール部 116 が所定間隔、例えば 100  $\mu$ m をあけて形成される (図 3 の St4、図 4 (d) 及び図 6 (d))。

#### 【0026】

続いて、ホール部 116 内を含む絶縁層 104A の表面全体に、絶縁層用ガラスペーストが印刷され、その印刷されたガラスペースト層が乾燥された後に、焼成されて、それによって絶縁層 104B が形成される (図 3 の St5、図 4 (e) 及び図 6 (e))。このとき、絶縁層 104B の方が絶縁層 104A よりもガラス軟化点が低いガラス材料が用いられているため、絶縁層 104B の焼成時に下層側の絶縁層 104A が軟化するのを抑制でき、ホール部 116 等の構造が変形、劣化するのを防止できる。

#### 【0027】

続いて、絶縁層 104B の表面に金属、例えばクロムの金属薄膜 117 がスパッタ法等の手法により形成され（図 3 の S t 6、図 4（f）及び図 6（f））、その金属薄膜 117 がフォトリソグラフィ工程により選択的に除去される（図 3 の S t 7）。すなわち、金属薄膜 117 上に形成されたレジストパターン 118 を用いて、金属薄膜 117 がパターンニングされる（図 4（g）及び図 6（g））。マスク 118 は、その後除去される。

#### 【0028】

続いて、ゲートホール 103 の形成が行われる（図 3 の S t 8）。すなわち、絶縁層 104B の表面に、ゲート電極 102 の上からゲートホール形成用のレジストパターン 119 が形成される（図 5（a）及び図 7（a））。このレジストパターン 119 は、ゲート電極 102 及び絶縁層 104B のエッチングマスクとして用いられるものであり、ゲートホール形成用の孔径  $d_2$  r、例えば  $50\ \mu\text{m}$  のホール部 119a が所定位置に設けられている。

#### 【0029】

続いて、レジストパターン 119 を介してゲート電極 102 が混酸で化学エッチングされ、続いて絶縁層 104B が硝酸で化学エッチングされてカソード電極 101 表面まで貫通するゲートホール 103 が形成される（図 5（b）及び図 7（b））。レジストパターン 119 はその後除去される（図 5（c）及び図 7（c））。

#### 【0030】

続いて、ゲートホール 103 内を含むガラス基板 100 の全面に CNT を溶剤に分散させた液が高圧で噴射されて塗布され、その後乾燥される（図 3 の S t 9、図 5（d）及び図 7（d））。CNT が分散された液が乾燥すると、その CNT を含む乾燥膜 120 のうちの、ゲートホール 103 の底部開口部 103a 内以外の領域に存在する不要部分の除去処理がサンドブラストにより行われる（図 3 の S t 10、図 5（e）及び図 7（e））。すなわち、乾燥膜 120 のうちの底部開口部 103a 内に残留する部分によって微細繊維構造を有する物質層 105 が形成される。具体的には、乾燥膜 120 の表面に、研磨粒子たる炭酸カルシウム粒子が高圧で噴射されて吹き付けられて行われる。使用する炭酸カルシウム粒

子は、その粒径  $d_s$  がゲートホール 103 の孔径  $d_1$ ,  $d_2$  に対して、 $d_1 < d_s < d_2$  の関係を満たすものが用いられる。このため、炭酸カルシウム粒子は、ゲートホール 103 内にも入り込むが、その底部開口部 103a 内には入り込まない。その結果、底部開口部 103a 内にある乾燥膜 120 のみが残され、それ以外はすべて除去される。炭酸カルシウム粒子は、例えば粒径  $d_s$  が  $25 \sim 30 \mu m$  のものが用いられる。

#### 【0031】

続いて、乾燥膜 120 の不要部の除去後、ゲートホール 103 内に形成された物質層 105 をカソード電極 101 に固着させるため、例えば温度  $450^\circ C \sim 550^\circ C$  で焼成され（図 3 の  $S_{t11}$ ）、これによって図 2 (a) ないし図 2 (c) に示すカソード基板 110 が得られる。

#### 【0032】

そして、このように構成される冷陰極発光素子は、その冷陰極発光素子を画面に備えた平面型の画像表示装置に用いられる。

#### 【0033】

このように、本実施の形態に係る冷陰極発光素子においては、ゲートホール 103 における絶縁層 104B がゲート電極 102 と接触する部分の孔径  $d_2$  が絶縁層 104A がカソード電極 101 と接触する部分（底部開口部 103a）の孔径  $d_1$  よりも大きく設定されており、その底部開口部 116 内に微細繊維構造を有する物質層 105 が設けられている。このため、絶縁層 104A, 104B 全体の厚さを抑制しつつ、ゲート電極 102 とカソード電極 101 及び物質層 105 との間の距離を拡大させることができ、底部開口部 103a 内に設けられた物質層 105 とゲート電極 102 とが構造物形成工程の中の熱工程等において接触するのを容易に回避することができる。また、絶縁層 104A が CNT を含有する物質層 105 の膜厚及び位置を規定するガイドして機能するため、物質層 105 の膜厚及び形成位置の管理を容易に行うことができるとともに、均一な膜厚の物質層 105 を形成することができる。

#### 【0034】

さらに、物質層 105 がゲートホール 103 内のゲート電極 102 側の開口径



よりも小さな開口径の底部開口部 103a 内に形成されるため、ゲートホール 103 のゲート電極 102 側の部分（第 2 及び第 3 の区間）を形成する際に、その部分の底部開口部 103a に対する位置決め精度の要求水準が緩和される。このため、熱履歴による各部の寸法変動の影響が抑制され、製造しやすい冷陰極発光素子を提供できる。

#### 【0035】

また、絶縁層 104A に追加して絶縁層 104B を設けたことにより、カソード電極 101 とゲート電極 102 との間の距離を一定に保持することができ、両電極間の短絡回路の発生を回避しつつ、安定した発光動作を行わせることができる。

#### 【0036】

さらに、積載された複数の絶縁層 104A, 104B にゲートホール 103 を形成するため、孔径がその方向に内して段階的に変化するゲートホール 103 を容易に形成することができる。

#### 【0037】

また、ゲートホール 103 のカソード電極 101 側の開口径 d1 及びゲート電極 102 側の開口径 d2 の各大きさ及び互いの比、及び、絶縁層 104A の厚み t1 及び絶縁層 104B の厚み t2 の各大きさ及び互いの比などを調節することにより、所望の電圧でゲート動作を行わせることができる。

#### 【0038】

さらに、ゲートホール 103 の絶縁層 104B に対応する第 2 の区間が実質的に孔径変化のない、寸胴な形状に設定されている。このため、乾燥膜 120 の不要部分の除去工程において、絶縁層 104B によって構成されるゲートホール 103 内の内側壁に研磨粒子が直接衝突し、内側壁が損傷を受けるのを防止することができる。また、仮に、絶縁層 104B の焼成がゲートホール 103 の形成後に行われるようにした場合であっても、その熱工程による形状変性によりゲート電極 102 がゲートホール 103 内に陥没しにくい。

#### 【0039】

また、絶縁層 104A, 104B が、ガラス粉末が樹脂中に分散されてなるべ

ースト材料が焼結されて構成されているため、CVD等の成膜工程を用いることなく、絶縁層104A、104Bを容易に形成することができる。

#### 【0040】

さらに、ゲート電極102寄りの絶縁層104Bの方がカソード電極101よりの絶縁層104Aよりも厚みが大きく設定されているため、絶縁層104A、104B全体の厚さを抑制しつつ、ゲート電極102と、カソード電極101及び物質層105との間の絶縁を確実に確保することができる。

#### 【0041】

また、ゲート電極102寄りの絶縁層104Bに用いられるガラス材料の方が、カソード電極104Aの絶縁層104Aに用いられるガラス材料よりもガラス軟化点の低いものが用いられているため、絶縁層104Bの焼成時に下層側の絶縁層104Aが軟化して形状等が劣化するのを防止できる。

#### 【0042】

さらに、ゲートホール103を形成したカソード基板110の全面に、CNTを含む液の塗布等により乾燥膜120を形成し、その乾燥膜120に対して、研磨粒子を吹き付けてその不要部分の除去を行う。このため、サンドブラストに用いる研磨粒子の粒径 $d_s$ を適切な値、すなわち $d_1 < d_s < d_2$ に設定することにより、ゲートホール103内に充填された乾燥膜120の不要部分の除去を容易に行うことができる。

#### 【0043】

また、乾燥膜120の不要部除去工程において、底部開口部103a内の乾燥膜120の表面が研磨粒子によりたたかれるため、不規則な方向に向いていたCNTに一定の方向性を付与する効果が得られ、CNTからの電子放出特性を改善することができる。

#### 【0044】

なお、本実施の形態では、微細繊維構造物質としてCNTを用いたが、他の物質、例えばGNFを用いてもよい。この点については、以下の実施の形態2～8においても同様である。

#### 【0045】

また、本実施の形態では、カソード電極 101 及びゲート電極 102 をクロムを用いて形成したが、電極形成工程における熱処理により伝導性を失わない導電材料であれば、任意の金属材料を用いてもよい。この点については、以下の実施の形態 2～8 においても同様である。

#### 【0046】

実施の形態 2.

図 8 (a) は本発明の実施の形態 2 に係る冷陰極発光素子のカソード基板 110 の要部を拡大した平面図であり、図 8 (b) は図 8 (a) の A2-A2 断面図であり、図 8 (c) は図 8 (a) の B2-B2 断面図である。本実施の形態に係る冷陰極発光素子のカソード基板 110 が前述の実施の形態 1 に係るカソード基板 110 と実質的に異なる点は、前述の絶縁層 104B の代わりに設けられる絶縁層 204B の構成である。よって、ここでは絶縁層 204B の構成についての説明し、実施の形態 1 に係るカソード基板 110 と共通する部分については同一の参照符号を付して、説明を省略する。

#### 【0047】

本実施に係るカソード基板 110 では、図 8 (a) ないし図 8 (c) に示すように、2つの絶縁層 104A、204B のうちのゲート電極 102 寄りの絶縁層 204B が、前記蛍光体表示板 112 側から見てゲート電極 102 と同一パターン形状を有している。

#### 【0048】

なお、本実施の形態における各パラメータ d1、d2、t1、t2 等の数値は、実施の形態 1 と同一に設定されている。

#### 【0049】

このように、本実施の形態に係る冷陰極発光素子においては、実施の形態 1 に係る冷陰極発光素子とはほぼ同様な効果が得られるとともに、隣接するゲート電極 102 間の距離が実効的に拡大され、その結果、隣接ゲート電極 102 間の短絡回路の発生が抑制される。

#### 【0050】

また、ゲート電極 102 用のフォトリソグラフィ

工程によって、ゲート電極 102 及び絶縁層 204B のパターンニングと、ゲートホール 103 の形成とを行うことができ、その結果、工程数が減り、これによって生産性が向上する。

#### 【0051】

実施の形態 3.

図 9 (a) は本発明の実施の形態 3 に係る冷陰極発光素子のカソード基板 110 の要部を拡大した平面図であり、図 9 (b) は図 9 (a) の A3-A3 断面図であり、図 9 (c) は図 9 (a) の B3-B3 断面図である。本実施の形態に係る冷陰極発光素子のカソード基板 110 が前述の実施の形態 1 に係るカソード基板 110 と実質的に異なる点は、ゲートホール 103 の構造及びカソード基板 110 の製造工程である。よって、その異なっている点についてのみ説明を行い、共通する構成部分については同一の参照符号を付して説明を省略する。

#### 【0052】

本実施の形態に係るカソード基板 110 では、図 9 (a) ないし図 9 (c) に示すように、ゲートホール 103 における絶縁層 104A に対応する第 1 の区間の孔径サイズが孔径  $d_1$  と設定され、絶縁層 104B に対応する第 2 の区間の上端部における孔径サイズが孔径  $d_2$  (ただし、 $d_2 > d_1$ ) に設定され、第 2 の区間の下端部における孔径サイズが孔径  $d_m$  (ただし、 $d_m > d_2$ ) に設定されている。そして、ゲートホール 103 の第 2 区間における孔径サイズが、絶縁層 104B の下端面から上端面に向けて孔径  $d_m$  から孔径  $d_2$  に先細り状に減少している。本実際の形態では、例えば、 $d_1$  は  $20\ \mu\text{m}$ 、 $d_2$  は  $40\ \mu\text{m}$ 、 $d_m$  は  $60\ \mu\text{m}$  に設定されている。

#### 【0053】

また、本実施の形態では、絶縁層 104B が感光性を有する絶縁層用ガラスペーストを用いて形成される。絶縁層 104A の厚み  $t_1$  は、例えば  $6\ \mu\text{m}$  に設定され、絶縁層 104B の厚み  $t_2$  は、例えば  $10\ \mu\text{m}$  に設定されている。

#### 【0054】

図 10 は、図 9 (a) ないし図 9 (c) の冷陰極発光素子の製造工程のフローチャートである。図 11 (a) ないし図 11 (g) は図 9 (a) の A3-A3 断

面図に対応し、その冷陰極発光素子の製造工程の前半部を示す図であり、図 12 (a) 及び図 12 (b) は図 9 (a) の A3-A3 断面図に対応し、その冷陰極発光素子の製造工程の後半部を示す図である。図 13 (a) ないし図 13 (g) は図 9 (a) の B3-B3 断面図に対応し、その冷陰極発光素子の製造工程の前半部を示す図であり、図 14 (a) 及び図 14 (b) は図 9 (a) の B3-B3 断面図に対応し、その冷陰極発光素子の製造工程の後半部を示す図である。

#### 【0055】

まず、ガラス基板 100 の表面に、金属、例えばクロムの金属薄膜 115 がスパッタ法等の手法により形成される (図 10 の St 21、図 11 (a) 及び図 13 (a))。続いて、金属薄膜 115 をフォトリソグラフィ工程により選択的に除去することにより、カソード電極 101 が形成される (図 10 の St 22、図 11 (b) 及び図 13 (b))。

#### 【0056】

続いて、ガラス基板 100 の表面全体に、カソード電極 101 の上から絶縁層用ガラスペーストが印刷され、その印刷されたガラスペースト層が乾燥された後に、焼成されて、それによって絶縁層 104A が形成される (図 10 の St 23、図 11 (c) 及び図 13 (c))。続いて、絶縁層 104A がフォトリソグラフィ工程により選択的に除去されて、ゲートホール 103 の底部開口部 103a を構成するための孔径 d1 のホール部 116 が所定間隔、例えば  $100\mu\text{m}$  をあけて形成される (図 10 の St 24、図 11 (d) 及び図 13 (d))。

#### 【0057】

続いて、ホール部 116 内を含むガラス基板 100 の全面に CNT を溶剤に分散させた液が高圧で噴射されて塗布され、その後乾燥される (図 10 の St 25、図 11 (e) 及び図 13 (e))。CNT が分散された液が乾燥すると、その CNT を含む乾燥膜 321 のうちの、ホール部 116 内以外の領域に存在する不要部分の除去が平坦化处理によって行われる (図 10 の St 26、図 11 (f) 及び図 13 (f))。本実施の形態では、乾燥膜 321 の不要部分の除去は、研磨テープにより乾燥膜 321 の表面研磨を行うことにより行われる。この表面研磨は、絶縁層 104A 上に形成された乾燥膜 321 がすべて除去され、ホール部

116の上端の開口縁が露出するまで行われる。ここで、研磨テープとは、フィルム状のシートの表面に研磨粒子が塗り込められたものである。

#### 【0058】

続いて、物質層105及び絶縁層104Aの表面全体に、感光性を有する絶縁層用ガラスペーストが印刷され、その印刷されたガラスペースト層が乾燥されてペースト乾燥層322が形成される。このとき、乾燥層322の厚みは、例えば $20\mu\text{m}$ に設定されている。その後、ペースト乾燥層322に対して、ゲートホールパターン（孔径 $40\mu\text{m}$ 、間隔 $100\mu\text{m}$ ）が露光される（図10のSt27、図11（g）及び図13（g））。

#### 【0059】

続いて、ペースト乾燥層322の表面に感光性を有する導電性銀ペーストが印刷されて、乾燥され、これによって電極材料層323が形成される。その後、ゲートホールパターン（孔径 $50\mu\text{m}$ 、間隔 $100\mu\text{m}$ ）とストライプパターン（幅 $Wg1.01\text{mm}$ 、間隔 $Sg0.1\text{mm}$ ）を備えたフォトマスクを介して電極材料層323が露光される（図10のSt28、図12（a）及び図14（a））。

#### 【0060】

続いて、露光処理済みのペースト乾燥層322と、露光処理済みの電極材料層323とが同時に現像される（図10のSt29、図12（b）及び図14（b））。その後、例えば $450^{\circ}\text{C}\sim 550^{\circ}\text{C}$ の温度で焼成されて（図10のSt30）、これによって図9（a）ないし図9（c）に示すカソード基板110が得られる。

#### 【0061】

ここで、ゲートホール103の第2の区間の各部の孔径サイズ $d_1$ 、 $d_2$ の大小関係及びテーパ形状は、露光現像条件の適正化により実現することができる。

#### 【0062】

このように、本実施の形態に係る冷陰極発光素子は、ゲートホール103の絶縁層104Bに対応する第2の区間の形状が前述の実施の形態1に係る冷陰極発光素子と異なるが、それ以外の構成はほぼ同様な構成であるため、実施の形態1

に係る冷陰極発光素子とほぼ同様な効果が得られる。

#### 【0063】

ただし、本実施の形態では、ゲートホール103の第2の区間が、絶縁層104Bのカソード電極101側からゲート電極102側に向けて、孔径 $d_m$ （ただし、 $d_m > d_2 > d_1$ ）から孔径 $d_2$ に先細り状に徐々に減少に縮径されているため、カソード電極101及び物質層105とゲート電極102との距離を拡大させることができ、その結果、カソード電極101とゲート電極102との間の短絡回路の発生をより確実に抑制することができる。

#### 【0064】

また、ゲート電極102のストライプパターン及びゲートホールパターンの形成を単一のマスクを用いて行うことができるため、工程数を抑制でき、その結果生産性の向上が図れる。

#### 【0065】

実施の形態4.

図15(a)は本発明の実施の形態4に係る冷陰極発光素子のカソード基板110の要部を拡大した平面図であり、図15(b)は図15(a)のA4-A4断面図であり、図15(c)は図15(a)のB4-B4断面図である。本実施の形態に係る冷陰極発光素子のカソード基板110が前述の実施の形態1に係るカソード基板110と実質的に異なる点は、ゲートホール103の構造及びカソード基板110の製造工程である。よって、その異なっている点についてのみ説明を行い、共通する構成部分については同一の参照符号を付して説明を省略する。

#### 【0066】

本実施の形態に係るカソード基板110では、図15(a)ないし図15(c)に示すように、ゲートホール103における絶縁層104Aに対応する第1の区間の孔径サイズが孔径 $d_1$ と設定され、絶縁層104Bに対応する第2の区間の上端部における孔径サイズが孔径 $d_2$ （ただし、 $d_2 > d_1$ ）に設定され、第2の区間の下端部における孔径サイズが孔径 $d_m$ （ただし、 $d_1 < d_m < d_2$ ）に設定されている。そして、ゲートホール103の第2区間における孔径サイズ

が、絶縁層 104B の下端面から上端面に向けて孔径  $d_1$  から孔径  $d_2$  に末広がり状に拡大している。本実際の形態では、例えば、 $d_1$  は  $20\ \mu\text{m}$ 、 $d_2$  は  $40\ \mu\text{m}$  に設定されている。

#### 【0067】

また、本実施の形態では、例えば、絶縁層 104A の厚み  $t_1$  は  $6\ \mu\text{m}$ 、絶縁層 104B の厚み  $t_2$  は  $12\ \mu\text{m}$  に設定されている。

#### 【0068】

図 16 (a) ないし図 16 (g) は図 15 (a) の A4-A4 断面図に対応し、その冷陰極発光素子の製造工程の前半部を示す図であり、図 17 (a) ないし図 17 (e) は図 15 (a) の A4-A4 断面図に対応し、その冷陰極発光素子の製造工程の後半部を示す図である。図 18 (a) ないし図 18 (g) は図 15 (a) の B4-B4 断面図に対応し、その冷陰極発光素子の製造工程の前半部を示す図であり、図 19 (a) ないし図 19 (e) は図 15 (a) の B4-B4 断面図に対応し、その冷陰極発光素子の製造工程の後半部を示す図である。

#### 【0069】

まず、ガラス基板 100 の表面に、金属、例えばクロムの金属薄膜 115 がスパッタ法等の手法により形成される (図 16 (a) 及び図 18 (a))。続いて、金属薄膜 115 をフォトリソグラフィ工程により選択的に除去することにより、カソード電極 101 が形成される (図 16 (b) 及び図 18 (b))。

#### 【0070】

続いて、ガラス基板 100 の表面全体に、カソード電極 101 の上から絶縁層用ガラスペーストが印刷され、その印刷されたガラスペースト層が乾燥された後に、焼成されて、それによって絶縁層 104A が形成される (図 16 (c) 及び図 18 (c))。続いて、絶縁層 104A がフォトリソグラフィ工程により選択的に除去されて、ゲートホール 103 の底部開口部 103a を構成するための孔径  $d_1$  のホール部 116 が所定間隔、例えば  $100\ \mu\text{m}$  をあけて形成される (図 16 (d) 及び図 18 (d))。

#### 【0071】

続いて、ホール部 116 内を含む絶縁層 104A の表面全体に、絶縁層用ガラ



ペーストが印刷され、その印刷されたガラスペースト層が乾燥された後に、焼成されて、それによって絶縁層 104B が形成される (図 16 (e) 及び図 18 (e))。

#### 【0072】

続いて、絶縁層 104B の表面に金属、例えばクロムの金属薄膜 117 がスパッタ法等の手法により形成され (図 16 (f) 及び図 18 (f))、その金属薄膜 117 がフォトリソグラフィ工程により選択的に除去される。すなわち、金属薄膜 117 上に形成されたレジストパターン 118 を用いて、金属薄膜 117 がパターニングされる (図 16 (g) 及び図 18 (g))。マスク 118 は、その後除去される。

#### 【0073】

続いて、ゲートホール 103 の形成が行われる。すなわち、絶縁層 104B の表面に、ゲート電極 102 の上からゲートホール形成用のレジストパターン 119 がドライフィルムレジスト (DFR) により形成される (図 17 (a) 及び図 19 (a))。このレジストパターン 119 は、ゲート電極 102 及び絶縁層 104B のエッチングマスクとして用いられるものであり、ゲートホール形成用の孔径 D のホール部 119a が所定位置に設けられている。ホール部 119a の孔径 D は、形成すべきゲートホール 103 の上端部の開口径 (例えば、 $d_2$ ) よりもやや大きな値、例えば  $50\ \mu\text{m}$  に設定されている。

#### 【0074】

続いて、レジストパターン 119 を介してゲート電極 102 が混酸で化学エッチングされ、続いて絶縁層 104B が硝酸で化学エッチングされてカソード電極 101 表面まで貫通するゲートホール 103 が形成される (図 17 (b) 及び図 19 (b))。

#### 【0075】

ここで、ゲートホール 103 の第 2 の区間の各部の孔径サイズ  $d_m$ 、 $d_2$  の大小関係及び逆テーパ形状は、エッチング条件の適正化により実現することができる。

#### 【0076】

続いて、レジストパターン 119 を犠牲層として残した状態で、ゲートホール 103 内を含むガラス基板 100 の全面に CNT を溶剤に分散させた液が高圧で噴射されて塗布され、その後乾燥される（図 17 (c) 及び図 19 (c)）。CNT が分散された液が乾燥すると、その CNT を含む乾燥膜 321 のうちの、ゲートホール 103 の底部開口部 103 a 内以外の領域に存在する不要部分の除去処理がサンドブラストにより行われる（図 5 (d) 及び図 19 (d)）。すなわち、乾燥膜 321 のうちの底部開口部 103 a 内に残留する部分によって微細繊維構造を有する物質層 105 が形成される。具体的には、乾燥膜 321 の表面に、研磨粒子たる炭酸カルシウム粒子が高圧で噴射されて吹き付けられて行われる。使用する炭酸カルシウム粒子は、その粒径  $d_s$  がゲートホール 103 の孔径  $d_1$ ,  $d_2$  に対して、 $d_1 < d_s < d_2$  の関係を満たすものが用いられる。粒径  $d_s$  は例えば  $25\ \mu\text{m} \sim 30\ \mu\text{m}$  に設定される。

#### 【0077】

続いて、乾燥膜 321 の不要部の除去後、犠牲層として使用したレジストパターン 119 が除去され（図 17 (e) 及び図 19 (e)）、その後、ゲートホール 103 内に形成された物質層 105 をカソード電極 101 に固着させるため、例えば温度  $450^\circ\text{C} \sim 550^\circ\text{C}$  で焼成され、これによって図 15 (a) ないし図 15 (c) に示すカソード基板 110 が得られる。

#### 【0078】

このように、本実施の形態に係る冷陰極発光素子は、ゲートホール 103 の絶縁層 104 B に対応する第 2 の区間の形状が前述の実施の形態 1 に係る冷陰極発光素子と異なるが、それ以外の構成はほぼ同様な構成であるため、実施の形態 1 に係る冷陰極発光素子とほぼ同様な効果が得られる。

#### 【0079】

ただし、本実施の形態では、ゲートホール 103 の第 2 の区間が、絶縁層 104 B のカソード電極 101 側からゲート電極 102 側に向けて、孔径  $d_m$ （ただし、 $d_m$  は  $d_2 > d_m > d_1$ ）から孔径  $d_2$  に末広がり状に徐々に拡張されているため、カソード電極 101 とゲート電極 102 との間の絶縁性がより向上され、その結果、絶縁層 104 B の厚み  $t_2$  を実施の形態 1 の場合よりもより小さく

できる。これによって、より低い駆動電圧で発光させることができる。

#### 【0080】

また、ゲートホール形成用のレジストパターン119を犠牲層として残した状態で、そのレジストパターン119の上からCNTを含んだ乾燥膜321を形成し、その乾燥膜321の不要部分をサンドブラストにより除去するようになっている。このため、乾燥膜321がゲートホール103内以外の他の部分、例えばゲート電極102の表面等に付着するのを防止することができるとともに、乾燥膜321の不要部分の除去処理時に、研磨粒子によってゲート電極102が損傷等を受けるのを防止することができる。また、ゲートホール形成用のレジストパターン119を犠牲層として利用するので、わざわざ専用に犠牲層を形成する必要がなく、効率的である。

#### 【0081】

実施の形態5.

図20(a)は本発明の実施の形態5に係る冷陰極発光素子のカソード基板110の要部を拡大した平面図であり、図20(b)は図20(a)のA5-A5断面図であり、図20(c)は図20(a)のB5-B5断面図である。本実施の形態に係る冷陰極発光素子のカソード基板110が前述の実施の形態1に係るカソード基板110と実質的に異なる点は、前述の絶縁層104Aが材質及び製法の異なる絶縁層504Aに変更されている点である。よって、その異なっている点についてのみ説明を行い、共通する構成部分については同一の参照符号を付して説明を省略する。

#### 【0082】

本実施の形態に係るカソード基板110では、図20(a)ないし図20(c)に示すように、カソード電極101寄りの絶縁層504Aが、絶縁性の膜材料が堆積されて形成された堆積絶縁層によって形成されている。堆積絶縁層504Aは、例えば、SiO<sub>2</sub>膜、Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>膜等の酸化物絶縁膜からなり、スパッタやCVD等の薄膜製造設備によって形成される。堆積絶縁層504Aの厚みt1は例えば2μm～3μmに設定される。また、ゲート電極102寄りの絶縁層104Bの厚みt2は例えば5μmに設定される。

**【0083】**

また、本実施の形態では、ゲートホール103の底部開口部103aの孔径d1は例えば20 $\mu$ mに設定され、絶縁層104Bの上端面における孔径d2は例えば60 $\mu$ mに設定される。

**【0084】**

図21(a)ないし図21(d)は図20(a)のA5-A5断面図に対応し、その冷陰極発光素子の製造工程の一部を示す図である。なお、本実施の形態に係る冷陰極発光素子の製造工程は、前述の実施の形態3に係る冷陰極発光素子の製造工程との類似性が高いため、前述の図10、図11(a)～図11(g)、及び、図12(a)及び図12(b)等を示す製造工程を参照しつつ説明を行う。

**【0085】**

まず、図11(a)及び図11(b)に示す工程と同様にして、ガラス基板100の表面にクロム等の金属薄膜115が形成され、その金属薄膜115がパターンニングされて、カソード電極101が形成される。続いて、ガラス基板100上の全面にカソード電極101の上から、スパッタ法等の手法によりSiO<sub>2</sub>膜等の堆積絶縁層504Aが厚みt1で形成される(図21(a))。

**【0086】**

続いて、堆積絶縁層504A上の全面に、ゲートホール103の底部開口部103aに対応するホール部116を形成するためのレジストパターン521が形成され、このレジストパターン521を用いたフォトリソグラフィ工程により、堆積絶縁層504Aにホール部116が形成される。ここで、このレジストパターン521には、ホール部116に対応して孔径d1が例えば20 $\mu$ mのホール部521aが間隔100 $\mu$ mで設けられている。なお、このレジストパターン521は、剥離せずに次ぎの工程(CNT層の形成)に犠牲層として使用される。

**【0087】**

続いて、ホール部116内を含むガラス基板100の全面にレジストパターン521の上からCNTを溶剤に分散させた液が高圧で噴射されて塗布され、その後乾燥される(図21(c))。ガラス基板100上にはCNTを含んだ乾燥膜

522が形成される。

#### 【0088】

続いて、乾燥膜522のうちの、ホール部116内以外の領域に存在する不要部分の除去と、レジストパターン521の除去が同時に行われる(図21(d))。この除去処理では、加工面を剥離液で浸してレジストパターン521を剥離することにより、レジストパターン521と乾燥膜522の不要部分とが同時に除去される。これによって、堆積絶縁層504Aのホール部116内に埋り込んだ乾燥膜522の部分のみが残留し、その残留部分によって微細繊維構造を有する物質層105が構成される。

#### 【0089】

続いて、物質層105及び堆積絶縁層504Aの表面全体に、感光性を有する絶縁層用ガラスペーストが印刷され、その印刷されたガラスペースト層が乾燥されてペースト乾燥層(膜厚 $10\mu\text{m}$ )が形成される。その後、ペースト乾燥層に対して、ゲートホールパターン(孔径 $50\mu\text{m}$ 、間隔 $100\mu\text{m}$ )が露光される。

#### 【0090】

続いて、ペースト乾燥層の表面に感光性を有する導電性銀ペーストが印刷されて、乾燥され、これによって電極材料層が形成される。その後、ゲートホールパターン(孔径 $60\mu\text{m}$ 、間隔 $100\mu\text{m}$ )とストライプパターン(幅 $Wg1.01\text{mm}$ 、間隔 $Sg0.1\text{mm}$ )を備えたフォトマスクを介して電極材料層が露光される。

#### 【0091】

続いて、露光処理済みのペースト乾燥層と、露光処理済みの電極材料層とが同時にアルカリ現像液(炭酸ソーダ)で現像される。その後、例えば $450^{\circ}\text{C}\sim 550^{\circ}\text{C}$ の温度で焼成されて、これによって図20(a)ないし図20(c)に示すカソード基板110が得られる。

#### 【0092】

このように、本実施の形態に係る冷陰極発光素子は、前述の絶縁層104Aが堆積絶縁層504Aに変更されている点で前述の実施の形態1に係る冷陰極発光

素子と異なるが、それ以外の構成はほぼ同様な構成であるため、実施の形態 1 に係る冷陰極発光素子とほぼ同様な効果が得られる。

#### 【0093】

ただし、カソード電極 101 寄りの絶縁層 504A を  $\text{SiO}_2$  等を堆積して形成された堆積絶縁層で構成したため、カソード電極 101 とゲート電極 102 との間の絶縁耐性を、焼結ガラスを用いた絶縁層 104A よりも向上させることができる。その結果、カソード電極 101 とゲート電極 102 との間の絶縁耐性を確保しつつ、絶縁層 504A の厚み  $t_1$  を抑制して、より低い駆動電圧で発光させることができる。

#### 【0094】

また、薄膜製造設備により膜材料を堆積して絶縁層 504A を形成するため、容易に薄膜の絶縁層 504A を形成することができる。

#### 【0095】

さらに、ホール部 116 を形成するためのレジストパターン 521 を犠牲層として残した状態で、そのレジストパターン 521 の上から CNT を含んだ乾燥膜 522 を形成し、そのレジストパターン 521 を乾燥膜 522 の不要部分と一緒に剥離するようになっている。このため、乾燥膜 522 が絶縁層 504A のホール部 116 内以外の他の部分に付着するの防止することができる。また、レジストパターン 521 を犠牲層として利用するので、わざわざ専用に犠牲層を形成する必要がなく、効率的である。

#### 【0096】

実施の形態 6.

図 22 (a) は本発明の実施の形態 6 に係る冷陰極発光素子のカソード基板 110 の要部を拡大した平面図であり、図 22 (b) は図 22 (a) の A6-A6 断面図であり、図 22 (c) は図 22 (a) の B6-B6 断面図である。本実施の形態に係る冷陰極発光素子のカソード基板 110 が前述の実施の形態 3 に係るカソード基板 110 と実質的に異なる点は、前述の絶縁層 104B の代わりに設けられる絶縁層 604B の構成である。よって、ここでは絶縁層 604B の構成についてのみ説明し、実施の形態 3 に係るカソード基板 110 と共通する部分に

については同一の参照符号を付して、説明を省略する。

#### 【0097】

本実施に係るカソード基板110では、図22(a)ないし図22(c)に示すように、2つの絶縁層104A、604Bのうちのゲート電極102寄りの絶縁層604Bが、前記蛍光体表示板112側から見てゲート電極102と同一パターン形状を有している。

#### 【0098】

このように、本実施の形態に係る冷陰極発光素子においては、実施の形態3に係る冷陰極発光素子とほぼ同様な効果が得られるとともに、隣接するゲート電極102間の距離が実効的に拡大され、その結果、隣接ゲート電極102間の短絡回路の発生が抑制される。

#### 【0099】

また、ゲート電極102用のフォトリソグラフィ工程によって、ゲート電極102及び絶縁層604Bのパターンニングとゲートホール103の形成を行うことができ、その結果、工程数が減り、これによって生産性が向上する。

#### 【0100】

実施の形態7.

図23(a)は本発明の実施の形態7に係る冷陰極発光素子のカソード基板110の要部を拡大した平面図であり、図23(b)は図23(a)のA7-A7断面図であり、図23(c)は図23(a)のB7-B7断面図である。本実施の形態に係る冷陰極発光素子のカソード基板110が前述の実施の形態5に係るカソード基板110と実質的に異なる点は、ゲートホール103の構造である。よって、その異なっている点についてのみ説明を行い、共通する構成部分については同一の参照符号を付して説明を省略する。

#### 【0101】

本実施の形態に係るカソード基板110では、図23(a)ないし図23(c)に示すように、ゲートホール103の絶縁層104Bに対応する第2の区間における内周面が、前述の実施の形態4の場合とほぼ同様に、上方側に向けて末広

がり状に形成されている。すなわち、ゲートホール103における絶縁層504Aに対応する第1の区間の孔径サイズが孔径 $d_1$ と設定され、絶縁層104Bに対応する第2の区間の上端部における孔径サイズが孔径 $d_2$ （ただし、 $d_2 > d_1$ ）に設定され、第2の区間の下端部における孔径サイズが孔径 $d_m$ （ただし、 $d_1 < d_m < d_2$ ）に設定されている。

#### 【0102】

このように、本実施の形態に係る冷陰極発光素子は、ゲートホール103の絶縁層104Bに対応する第2の区間の形状が前述の実施の形態5に係る冷陰極発光素子と異なるが、それ以外の構成はほぼ同様な構成であるため、実施の形態5に係る冷陰極発光素子とほぼ同様な効果が得られる。

#### 【0103】

ただし、本実施の形態では、ゲートホール103の第2の区間が上方側に向けて末広がり状に徐々に拡径されているため、カソード電極101とゲート電極102との間の絶縁性がより向上され、その結果、絶縁層104Bの厚み $t_2$ を実施の形態1の場合よりもより小さくできる。これによって、より低い駆動電圧で発光させることができる。

#### 【0104】

特に、本実施の形態では、ゲートホール103の第2の区間が上方側に向けて末広がり状に拡径されていることと、堆積絶縁層504Aの絶縁耐性が焼結ガラス層よりも高いこととの相乗効果によって、カソード電極101とゲート電極102間の絶縁性がより向上され、絶縁層104Bの厚み $t_2$ をより小さくでき、その結果、より低い駆動電圧で発光させることができる。

#### 【0105】

実施の形態8.

図24（a）は本発明の実施の形態8に係る冷陰極発光素子のカソード基板110の要部を拡大した平面図であり、図24（b）は図24（a）のA8-A8断面図であり、図24（c）は図24（a）のB8-B8断面図である。本実施の形態に係る冷陰極発光素子のカソード基板110が前述の実施の形態5に係るカソード基板110と実質的に異なる点は、前述の絶縁層104Bの代わりに設



けられる絶縁層 804B の構成である。よって、ここでは絶縁層 804B の構成についてのみ説明し、実施の形態 5 に係るカソード基板 110 と共通する部分については同一の参照符号を付して、説明を省略する。

#### 【0106】

本実施に係るカソード基板 110 では、図 24 (a) ないし図 24 (c) に示すように、2 つの絶縁層 504A, 804B のうちのゲート電極 102 寄りの絶縁層 804B が、前記蛍光体表示板 112 側から見てゲート電極 102 と同一パターン形状を有している。

#### 【0107】

このように、本実施の形態に係る冷陰極発光素子においては、実施の形態 5 に係る冷陰極発光素子とほぼ同様な効果が得られるとともに、隣接するゲート電極 102 間の距離が実効的に拡大され、その結果、隣接ゲート電極 102 間の短絡回路の発生が抑制される。

#### 【0108】

また、ゲート電極 102 用のフォトリソグラフィ工程によって、ゲート電極 102 及び絶縁層 804B のパターンニングと、ゲートホール 103 の形成とを行うことができ、その結果、工程数が減り、これによって生産性が向上する。

#### 【0109】

##### 【発明の効果】

以上、説明したように、請求項 1 に記載の発明に係る冷陰極発光素子によれば、複数の絶縁層全体の厚さを抑制しつつ、カソード電極（第 1 の電極）及び物質層とゲート電極（第 2 の電極）との間の距離を拡大させることができ、物質層とゲート電極とが構造物形成工程の中の熱工程等において接触するのを容易に回避することができる。

#### 【0110】

また、複数の絶縁層のうちの最下層の絶縁層が微細繊維構造を有する物質層の膜厚及び位置を規定するガイドとして機能するため、物質層の膜厚及び形成位置の管理を容易に行うことができるとともに、均一な膜厚の物質層を形成すること

ができる。

【0111】

さらに、請求項12及び14に記載の発明に係る冷陰極発光素子の製造方法によれば、乾燥膜の不要部分の除去処理に用いる研磨粒子の粒径を適切な値に設定することにより、ホール部内に充填された乾燥膜の不要部分の除去を容易に行うことができる。

【0112】

また、請求項14に記載の発明では、さらに、乾燥膜がホール部外の部分に付着するのを防止できるとともに、乾燥膜の不要部分の除去処理時に研磨粒子によってゲート電極等が損傷を受けるのを防止できるという効果がえられる。

【0113】

さらに、請求項17に記載の発明に係る冷陰極発光素子の製造方法によれば、微細繊維構造物質を含有した乾燥膜の形成後に行われる平坦化処理によって、最下層の絶縁層に形成された開口部以外の部分に設けられた乾燥膜の不要部分の除去を容易に行うことができる。

【0114】

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の実施の形態1に係る冷陰極発光素子の構成を概略的に示す分解斜視図である。

【図2】 図2(a)は図1の冷陰極発光素子のカソード基板の要部を拡大した平面図であり、図2(b)は図2(a)のA1-A1断面図であり、図2(c)は図2(a)のB1-B1断面図である。

【図3】 図2(a)ないし図2(c)の冷陰極発光素子の製造工程のフローチャートである。

【図4】 図4(a)ないし図4(g)は図2(a)のA1-A1断面図に対応し、その冷陰極発光素子の製造工程の前半部を示す図である。

【図5】 図5(a)ないし図5(e)は図2(a)のA1-A1断面図に対応し、その冷陰極発光素子の製造工程の後半部を示す図である。

【図6】 図6(a)ないし図6(g)は図2(a)のB1-B1断面図に

対応し、その冷陰極発光素子の製造工程の前半部を示す図である。

【図 7】 図 7 (a) ないし図 7 (e) は図 2 (a) の B 1 - B 1 断面図に対応し、その冷陰極発光素子の製造工程の後半部を示す図である。

【図 8】 図 8 (a) は本発明の実施の形態 2 に係る冷陰極発光素子のカソード基板の要部を拡大した平面図であり、図 8 (b) は図 8 (a) の A 2 - A 2 断面図であり、図 8 (c) は図 8 (a) の B 2 - B 2 断面図である。

【図 9】 図 9 (a) は本発明の実施の形態 3 に係る冷陰極発光素子のカソード基板の要部を拡大した平面図であり、図 9 (b) は図 9 (a) の A 3 - A 3 断面図であり、図 9 (c) は図 9 (a) の B 3 - B 3 断面図である。

【図 10】 図 9 (a) ないし図 9 (c) の冷陰極発光素子の製造工程のフローチャートである。

【図 11】 図 11 (a) ないし図 11 (g) は図 9 (a) の A 3 - A 3 断面図に対応し、その冷陰極発光素子の製造工程の前半部を示す図である。

【図 12】 図 12 (a) 及び図 12 (b) は図 9 (a) の A 3 - A 3 断面図に対応し、その冷陰極発光素子の製造工程の後半部を示す図である。

【図 13】 図 13 (a) ないし図 13 (g) は図 9 (a) の B 3 - B 3 断面図に対応し、その冷陰極発光素子の製造工程の前半部を示す図である。

【図 14】 図 14 (a) 及び図 14 (b) は図 9 (a) の B 3 - B 3 断面図に対応し、その冷陰極発光素子の製造工程の後半部を示す図である。

【図 15】 図 15 (a) は本発明の実施の形態 4 に係る冷陰極発光素子のカソード基板の要部を拡大した平面図であり、図 15 (b) は図 15 (a) の A 4 - A 4 断面図であり、図 15 (c) は図 15 (a) の B 4 - B 4 断面図である。

【図 16】 図 16 (a) ないし図 16 (g) は図 15 (a) の A 4 - A 4 断面図に対応し、その冷陰極発光素子の製造工程の前半部を示す図である。

【図 17】 図 17 (a) ないし図 17 (e) は図 15 (a) の A 4 - A 4 断面図に対応し、その冷陰極発光素子の製造工程の後半部を示す図である。

【図 18】 図 18 (a) ないし図 18 (g) は図 15 (a) の B 4 - B 4 断面図に対応し、その冷陰極発光素子の製造工程の前半部を示す図である。

【図 19】 図 19 (a) ないし図 19 (e) は図 15 (a) の B4-B4 断面図に対応し、その冷陰極発光素子の製造工程の後半部を示す図である。

【図 20】 図 20 (a) は本発明の実施の形態 5 に係る冷陰極発光素子のカソード基板の要部を拡大した平面図であり、図 20 (b) は図 20 (a) の A5-A5 断面図であり、図 20 (c) は図 20 (a) の B5-B5 断面図である。

【図 21】 図 21 (a) ないし図 21 (d) は図 20 (a) の A6-A6 断面図に対応し、その冷陰極発光素子の製造工程の一部を示す図である。

【図 22】 図 22 (a) は本発明の実施の形態 6 に係る冷陰極発光素子のカソード基板の要部を拡大した平面図であり、図 22 (b) は図 22 (a) の A6-A6 断面図であり、図 22 (c) は図 22 (a) の B6-B6 断面図である。

【図 23】 図 23 (a) は本発明の実施の形態 7 に係る冷陰極発光素子のカソード基板の要部を拡大した平面図であり、図 23 (b) は図 23 (a) の A7-A7 断面図であり、図 23 (c) は図 23 (a) の B7-B7 断面図である。

【図 24】 図 24 (a) は本発明の実施の形態 8 に係る冷陰極発光素子のカソード基板の要部を拡大した平面図であり、図 24 (b) は図 24 (a) の A8-A8 断面図であり、図 24 (c) は図 24 (a) の B8-B8 断面図である。

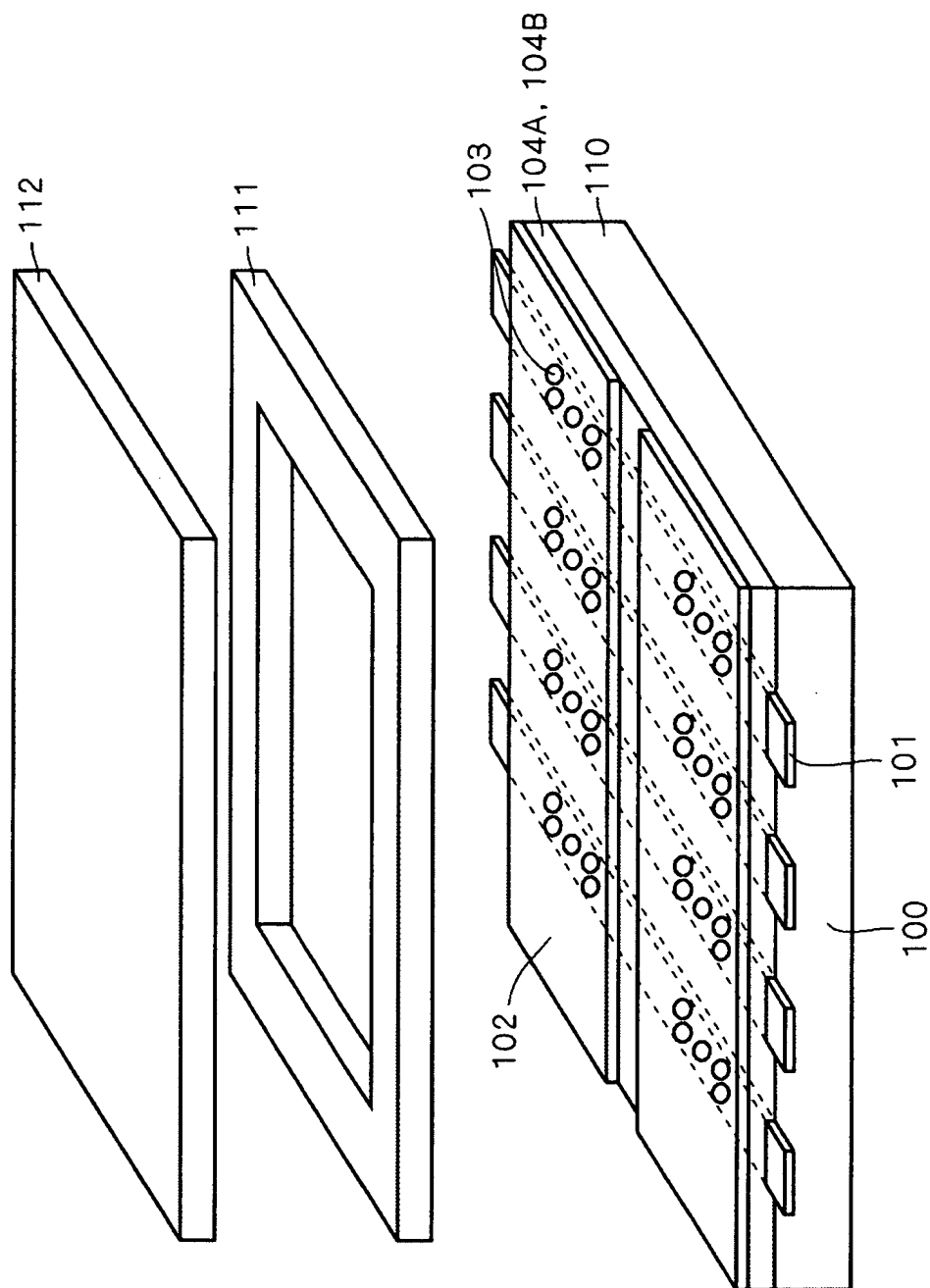
#### 【符号の説明】

100 ガラス基板、101 カソード電極、102 ゲート電極、103 ゲートホール、103a 底部開口部、104A, 504A 絶縁層、104B, 204B, 604B, 804B 絶縁層、105 物質層、110 カソード基板、111 枠ガラス、112 蛍光体表示板、115 金属薄膜、117～119, 323, 521 レジストパターン、120, 321, 522 乾燥膜、322 ペースト乾燥層、d1, d2, dm ゲートホールの孔径、t1, t2 絶縁層の厚み。

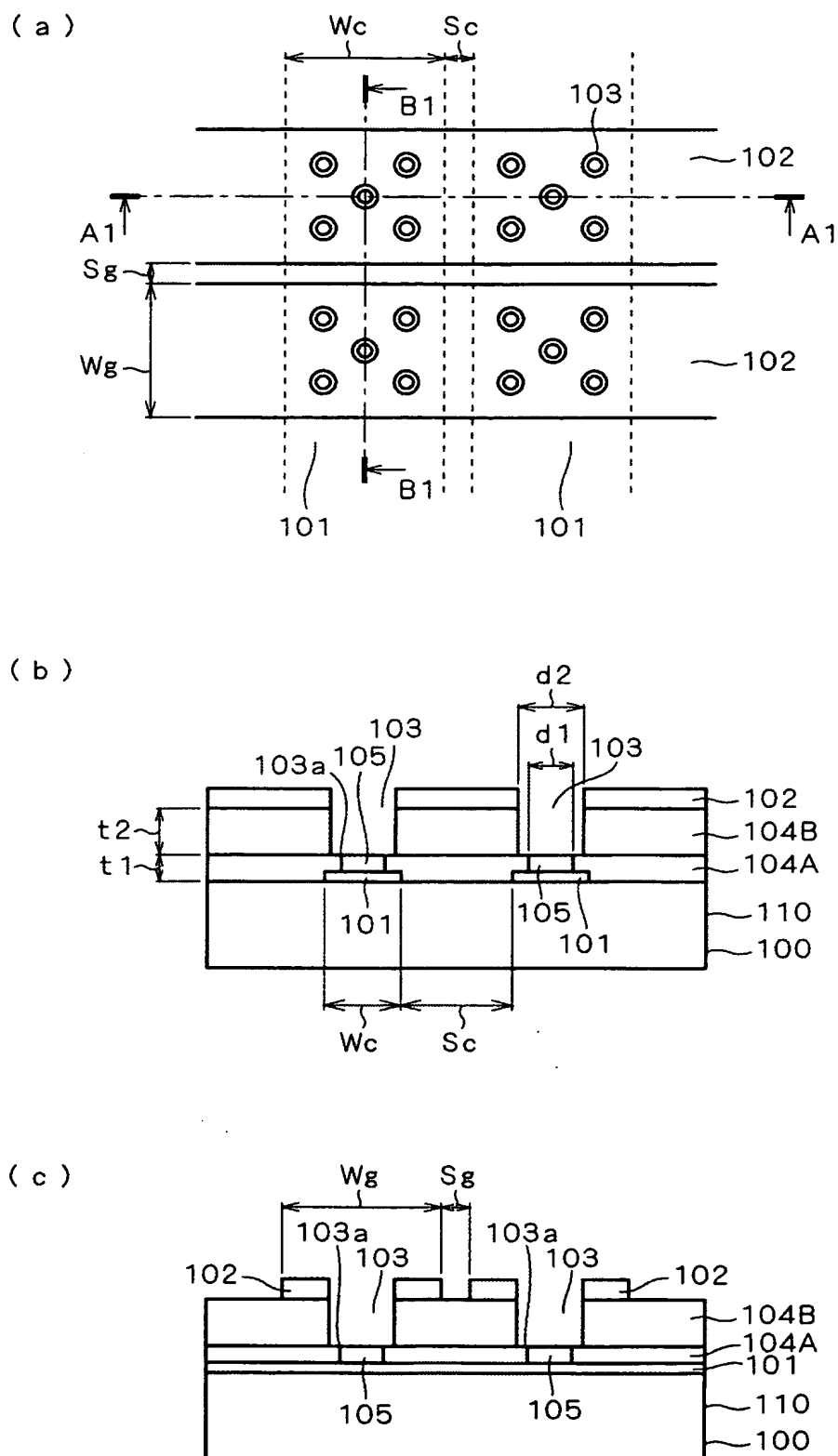
【書類名】

図面

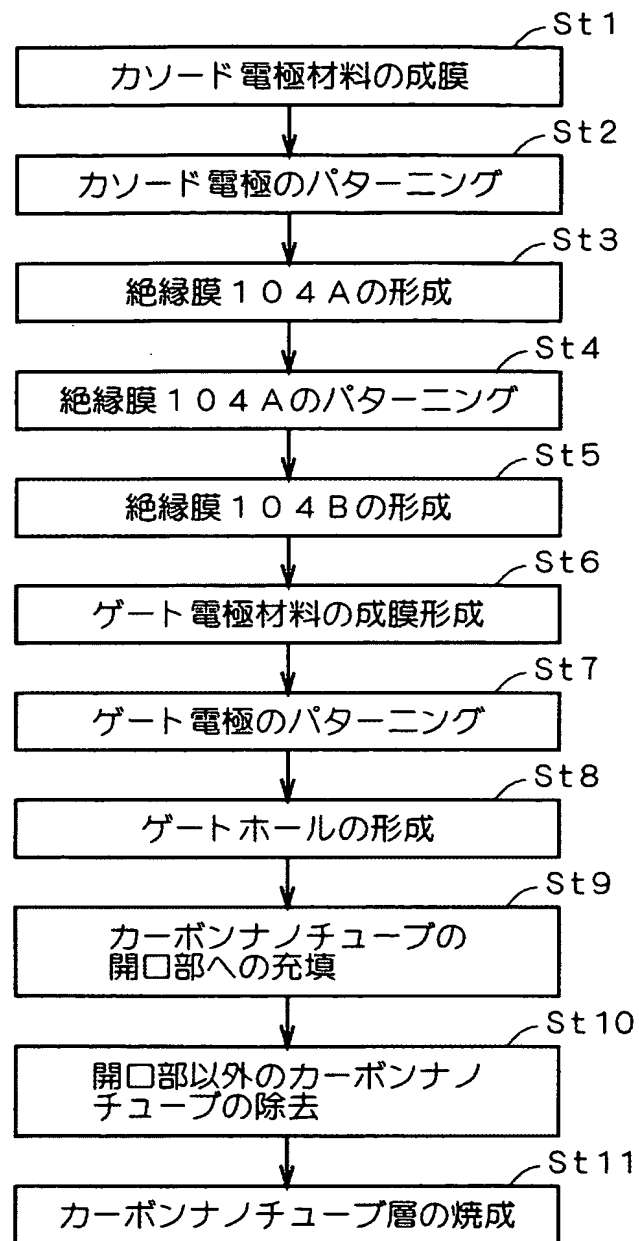
【図 1】



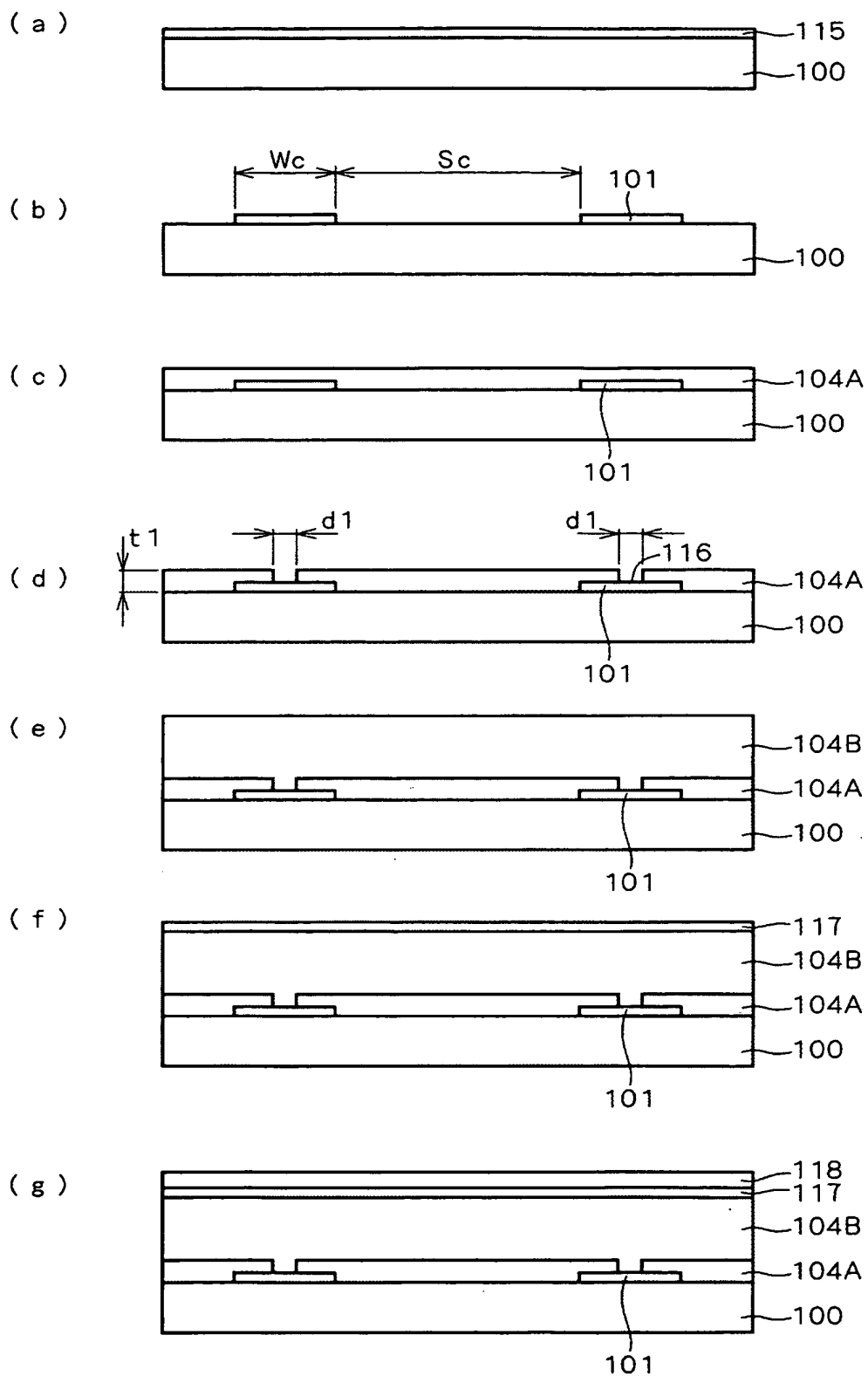
【図 2】



【図 3】

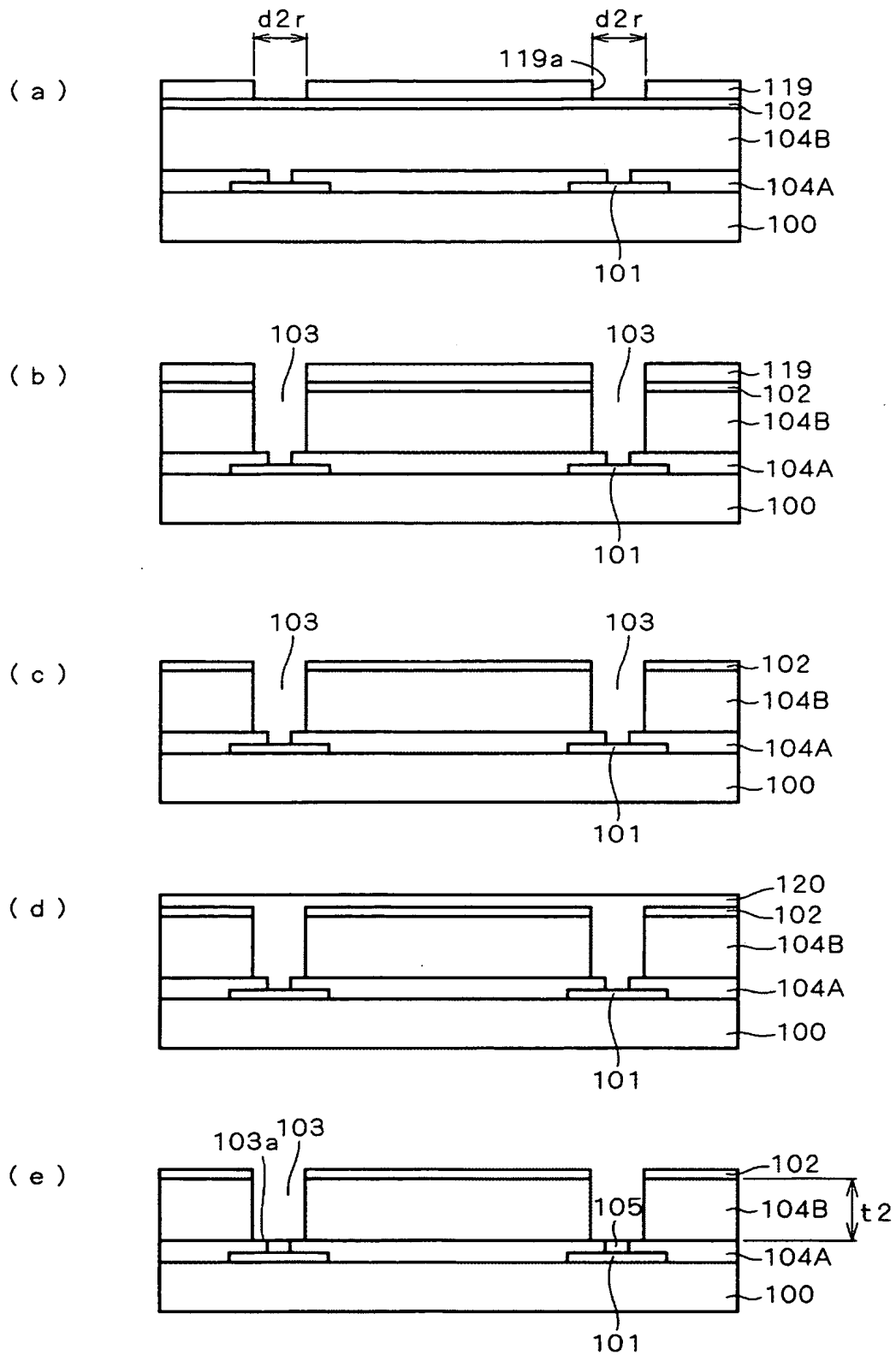


【図 4】

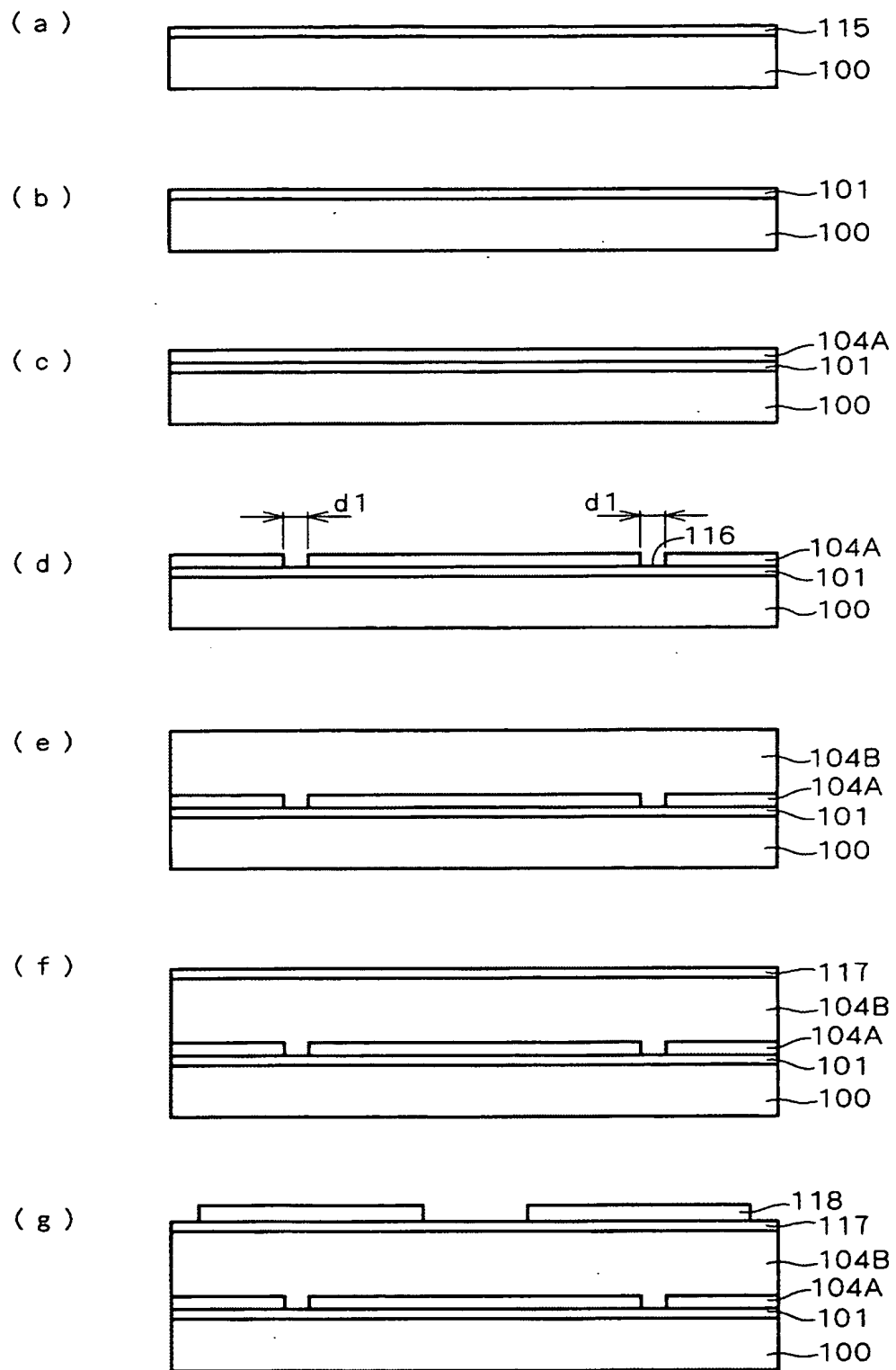




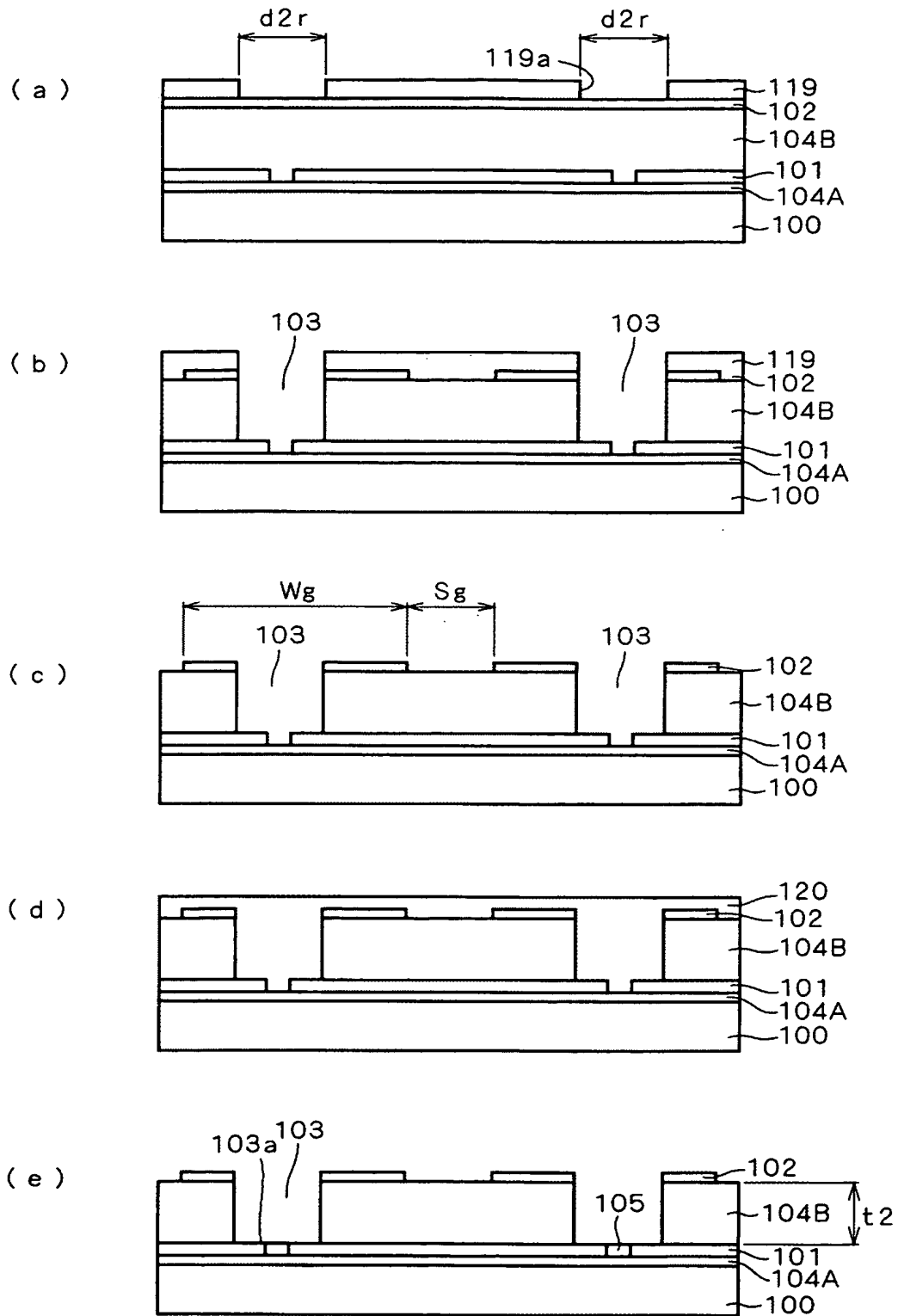
【図 5】



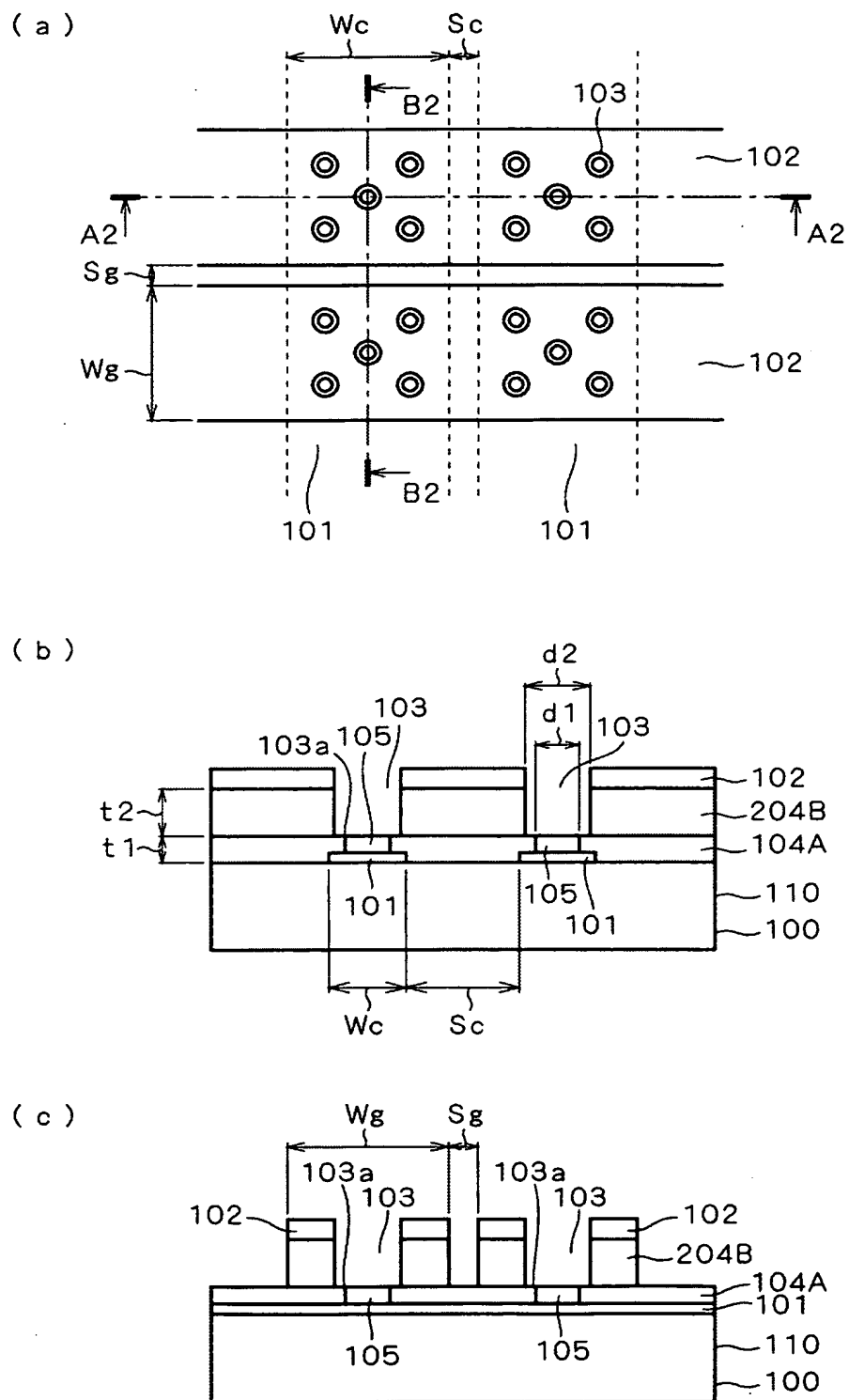
【図 6】



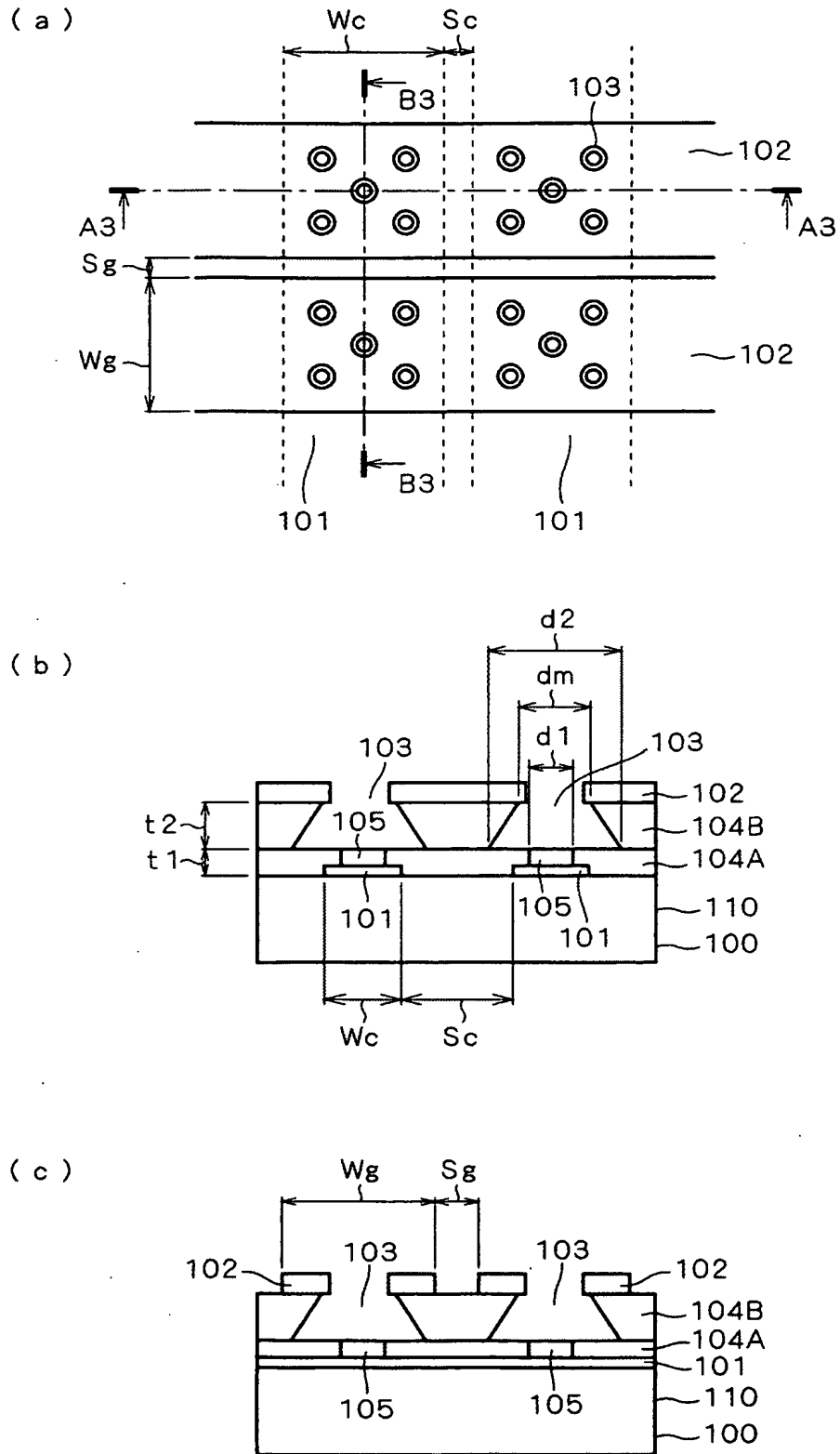
【図 7】



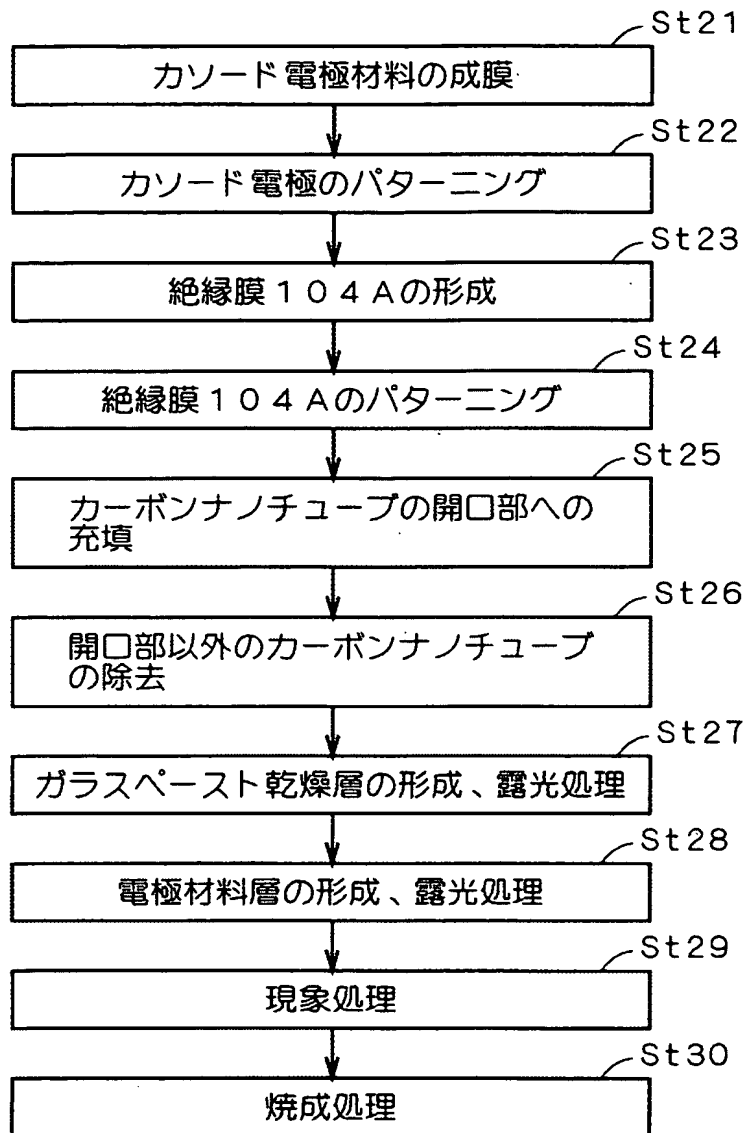
【図 8】



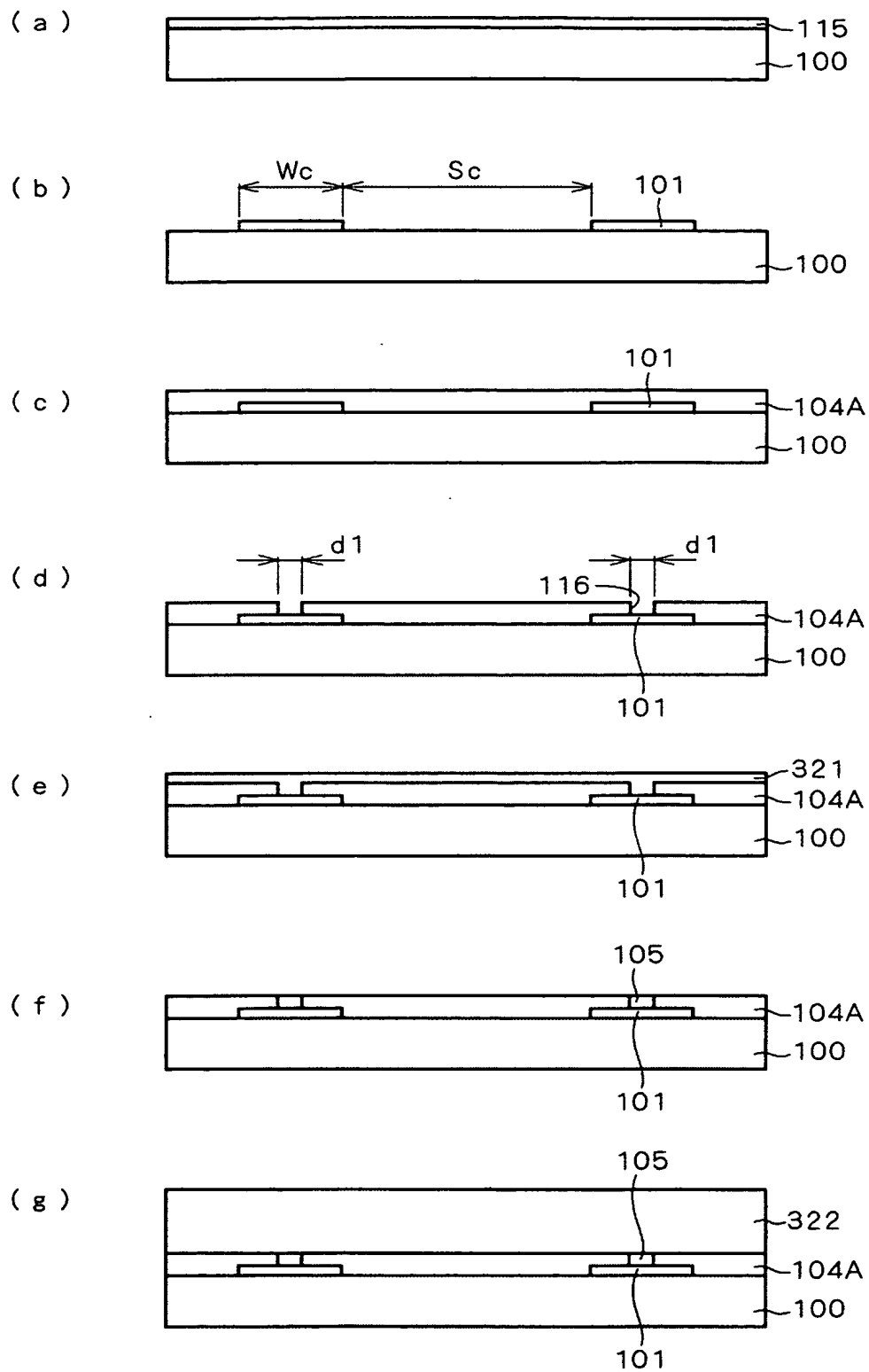
【図 9】



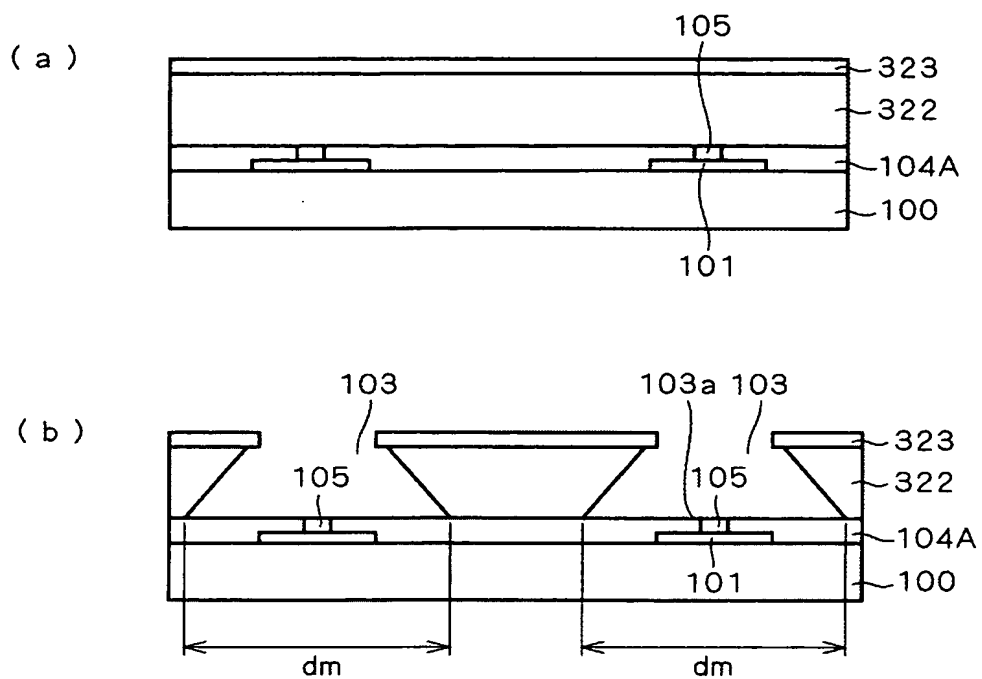
【図 10】



【図 11】

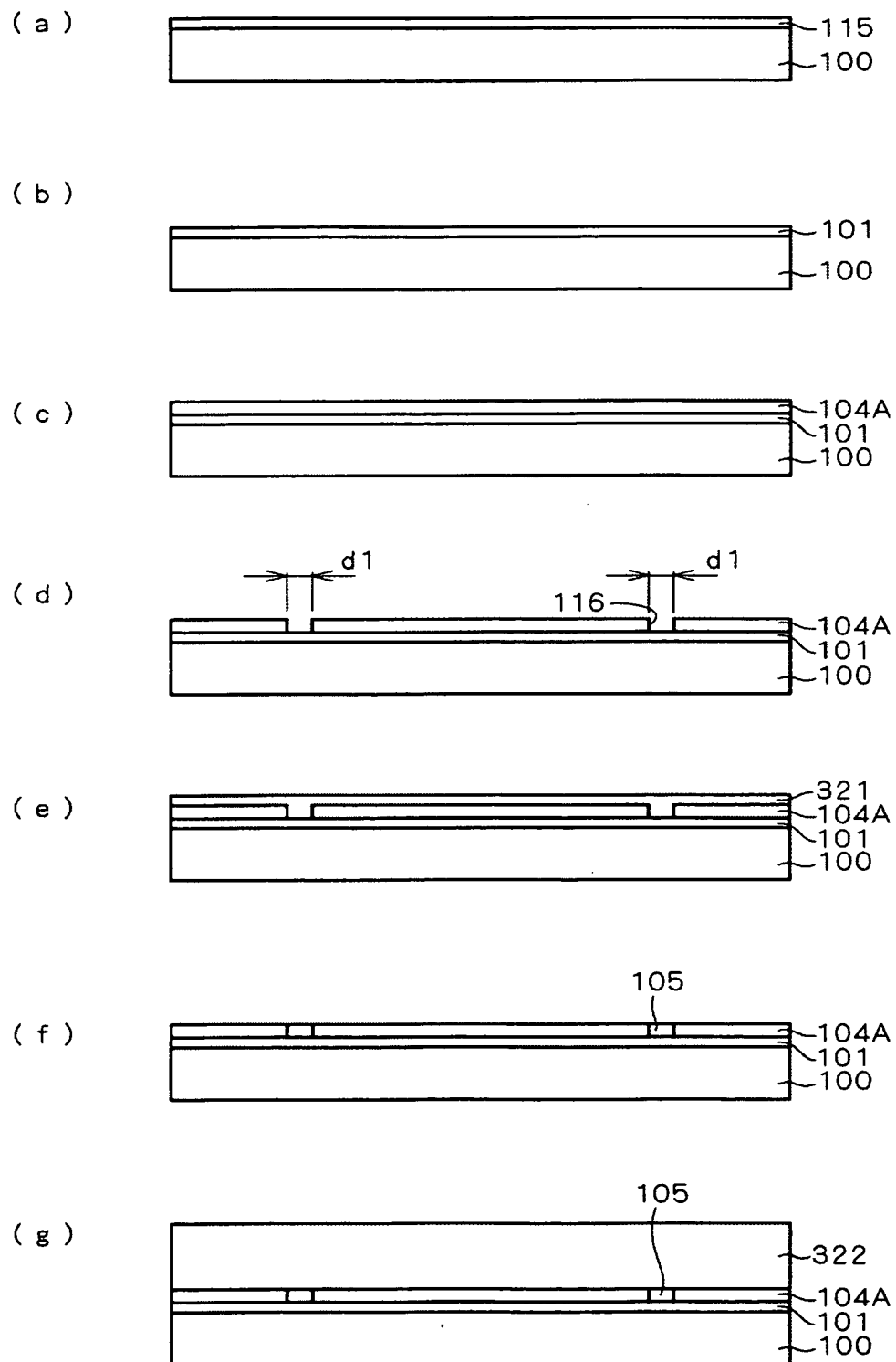


【図 12】

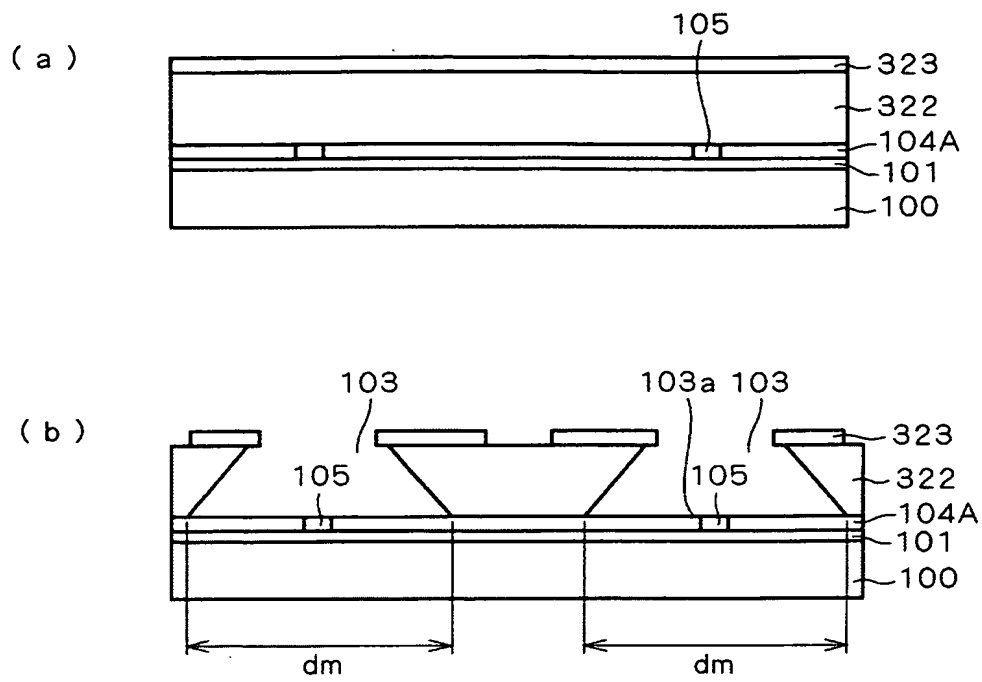




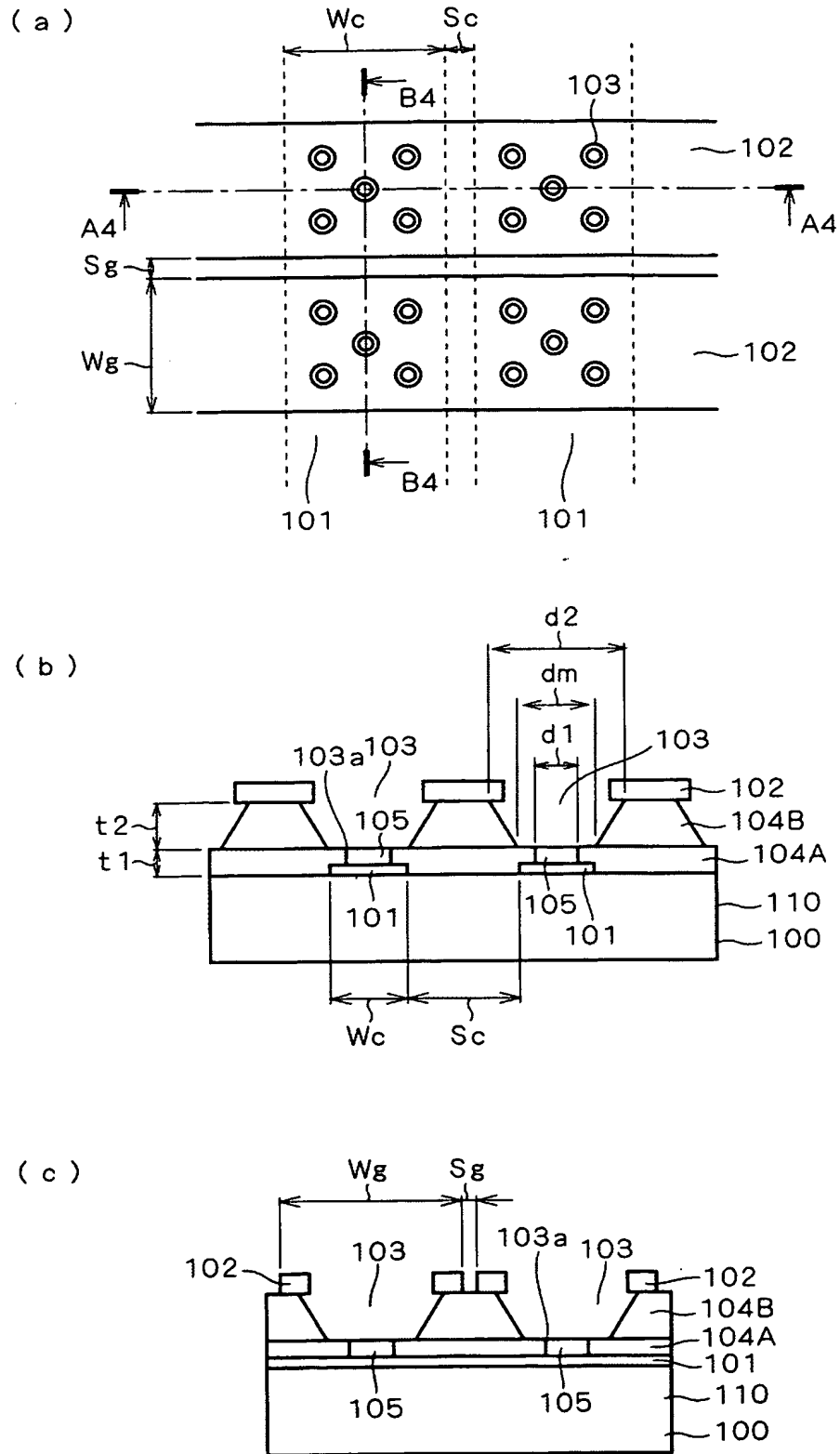
【図 13】



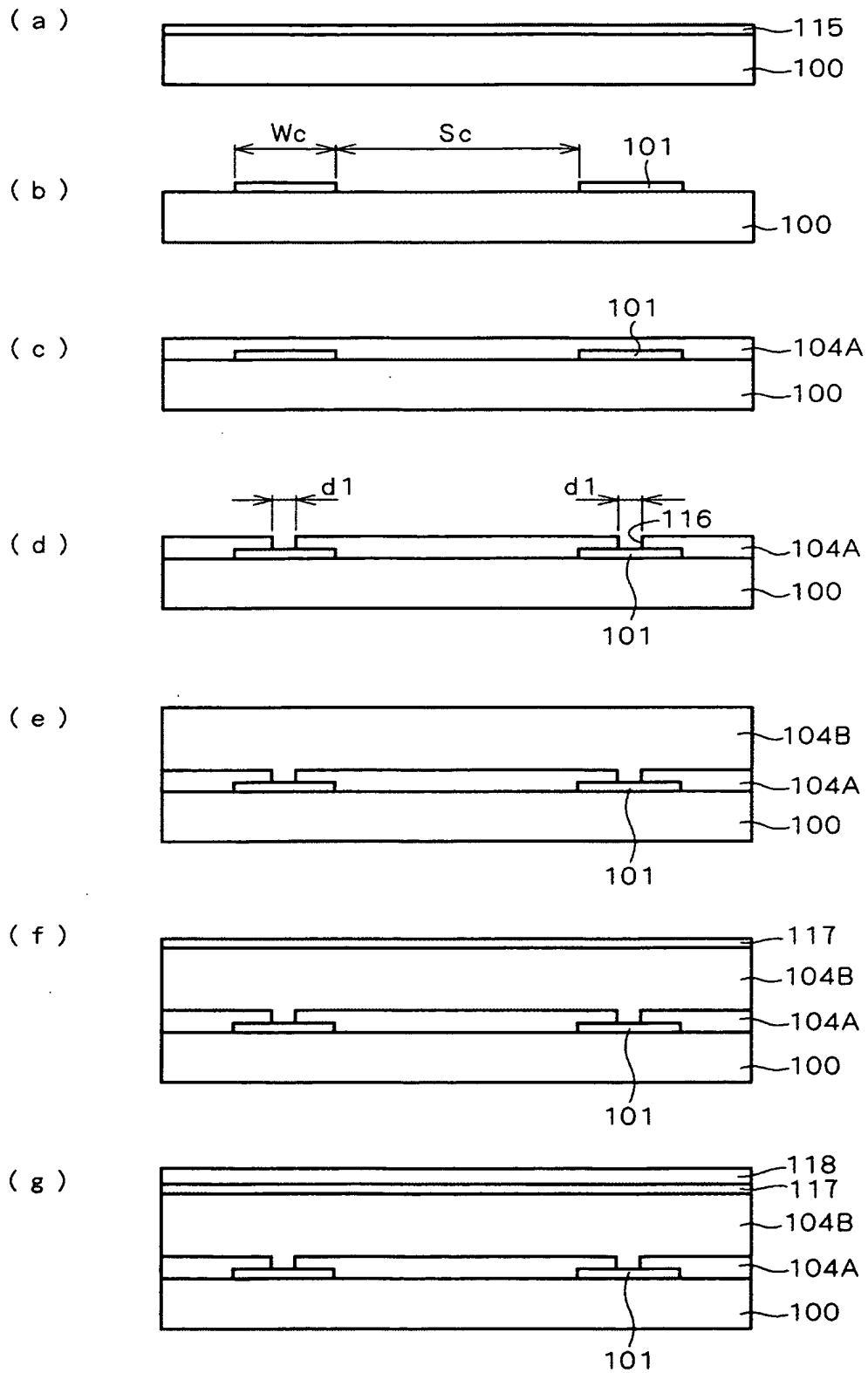
【図 14】



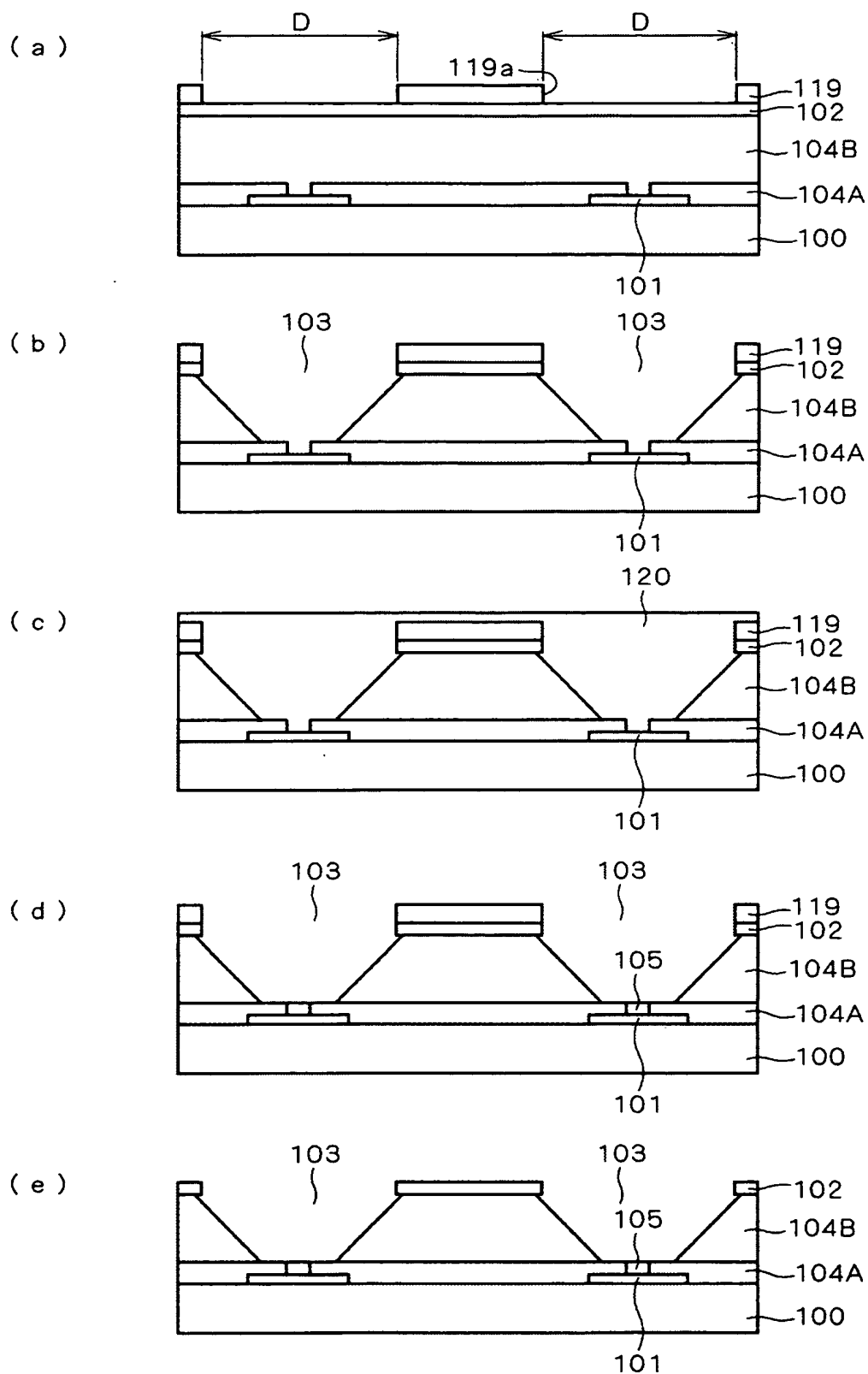
【図15】



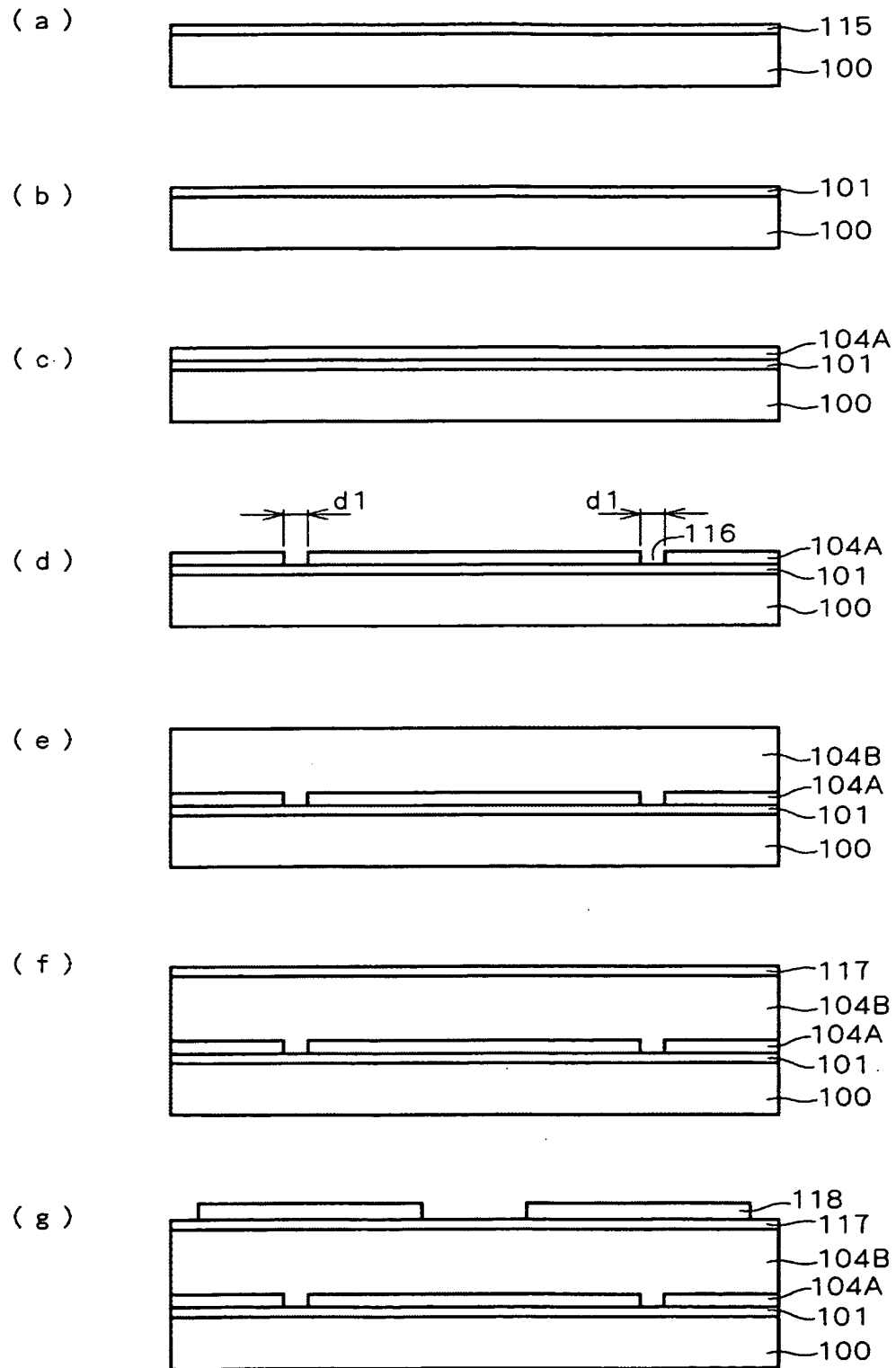
【図 16】



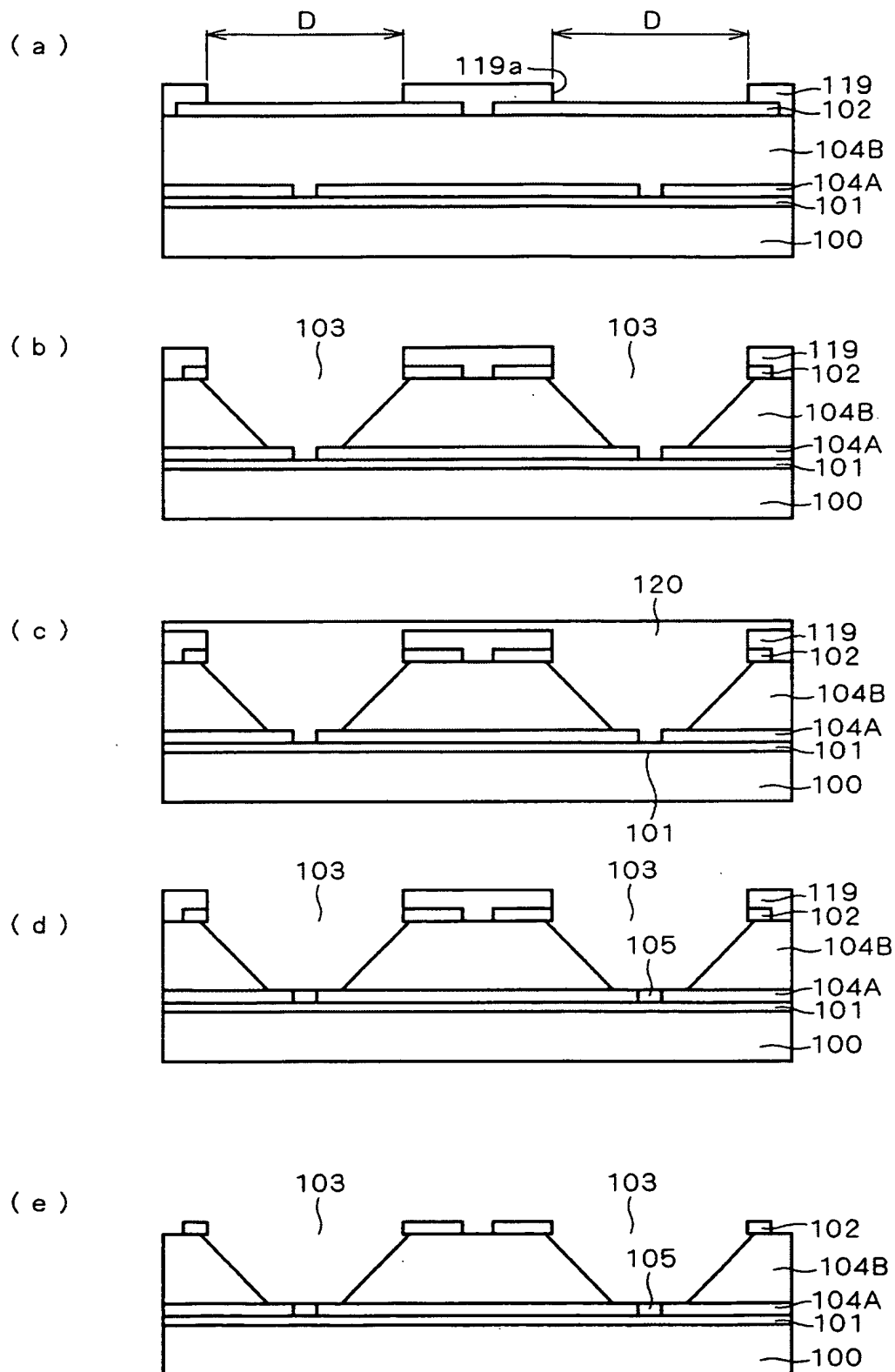
【図 17】



【図 18】

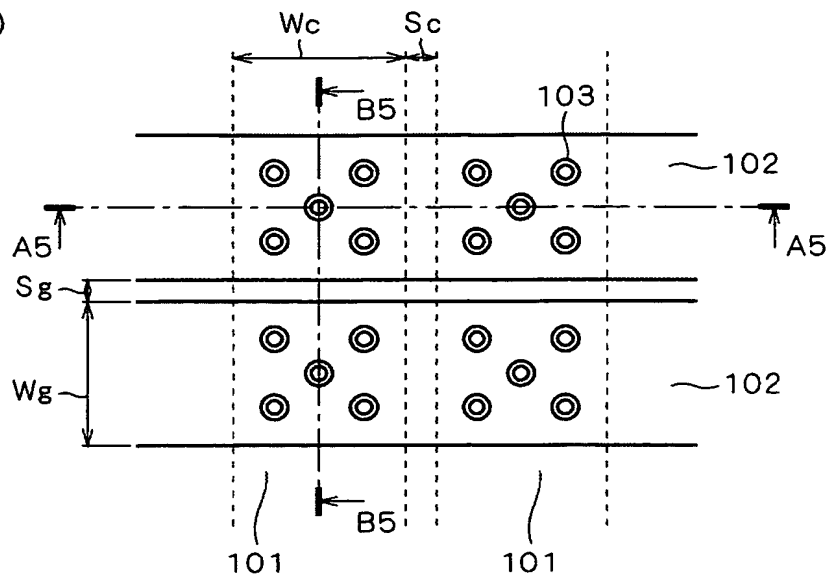


【図 19】

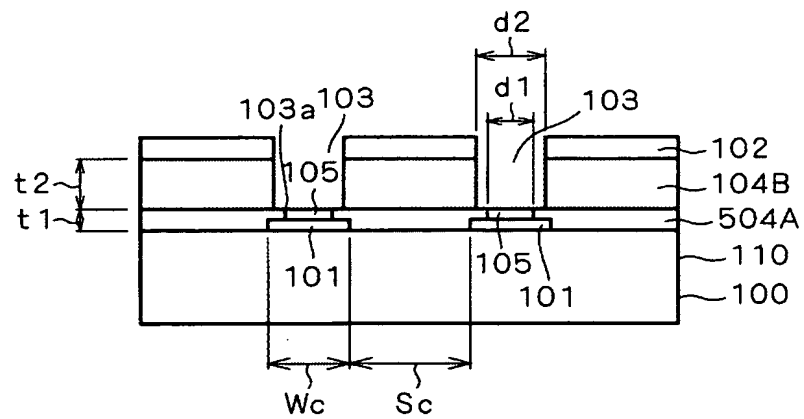


【図 20】

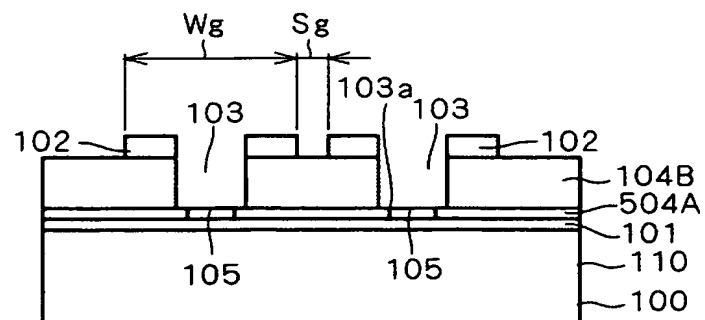
( a )



( b )

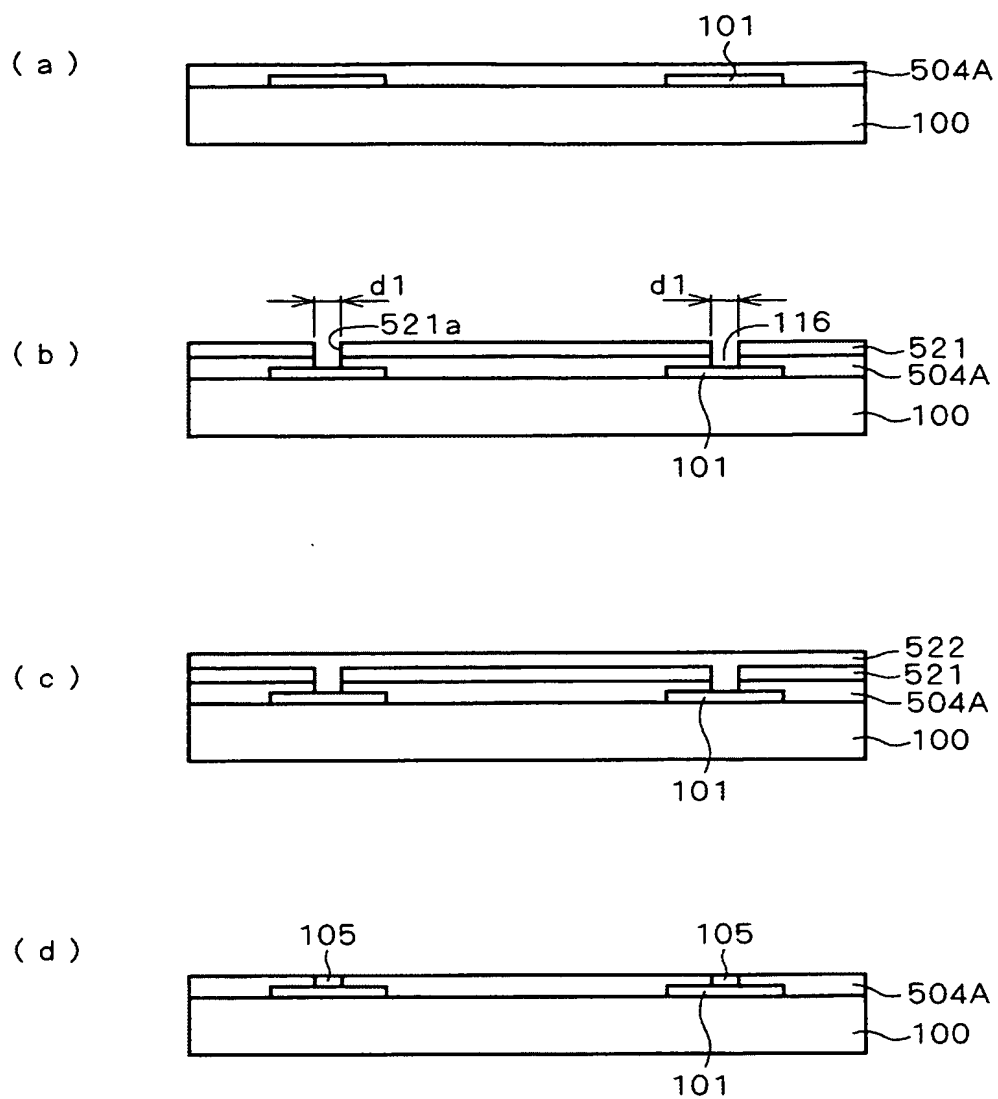


( c )

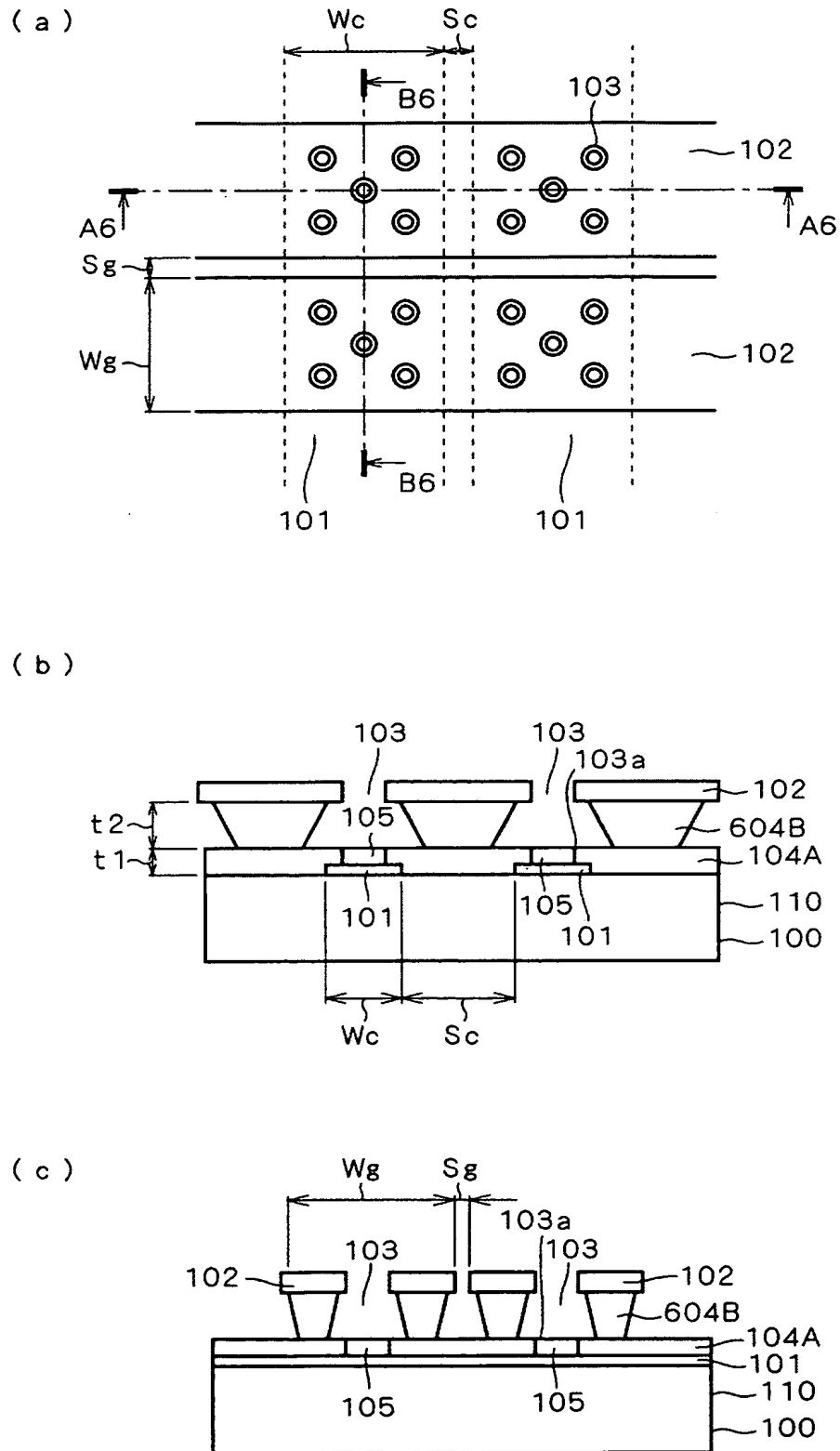




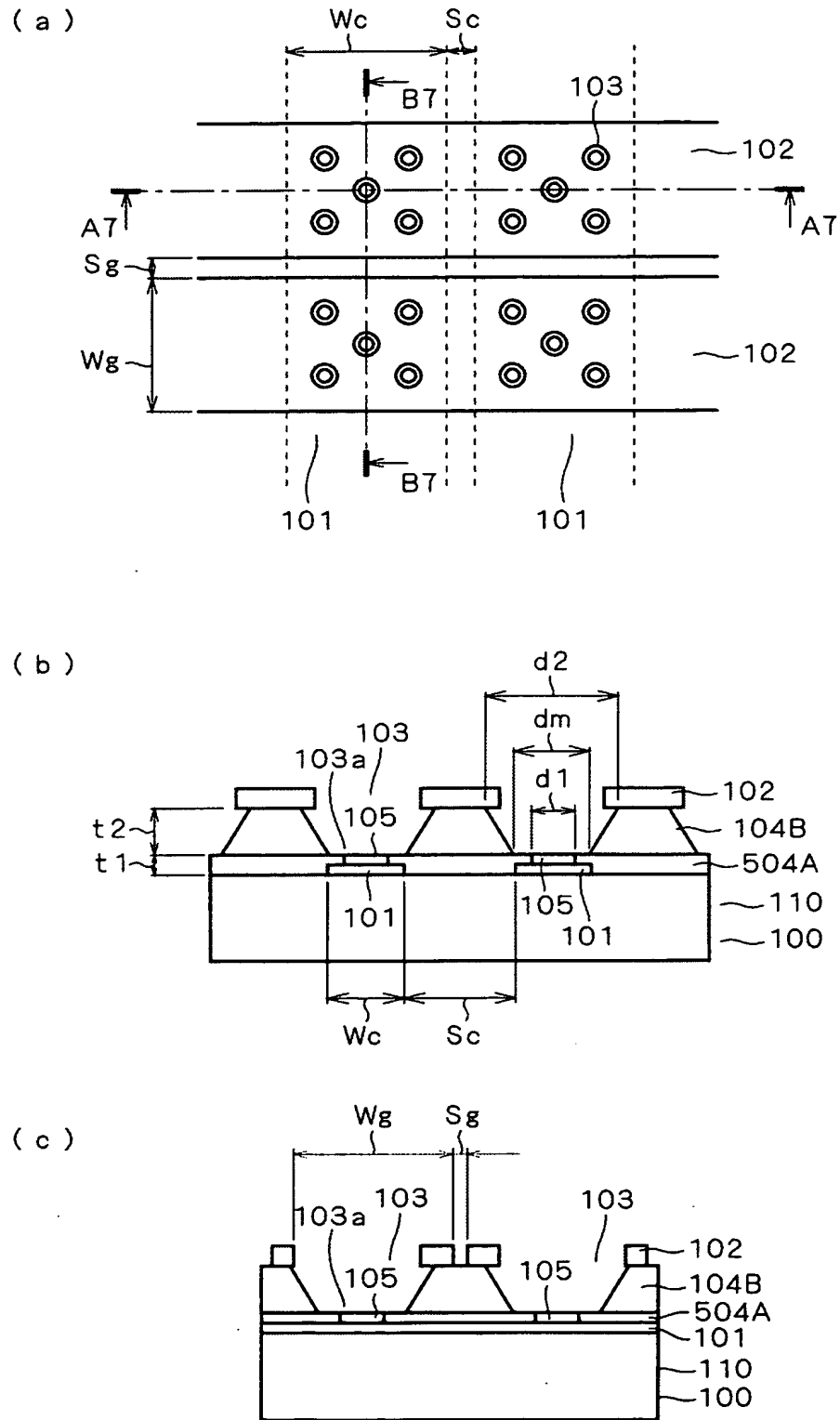
【図 21】



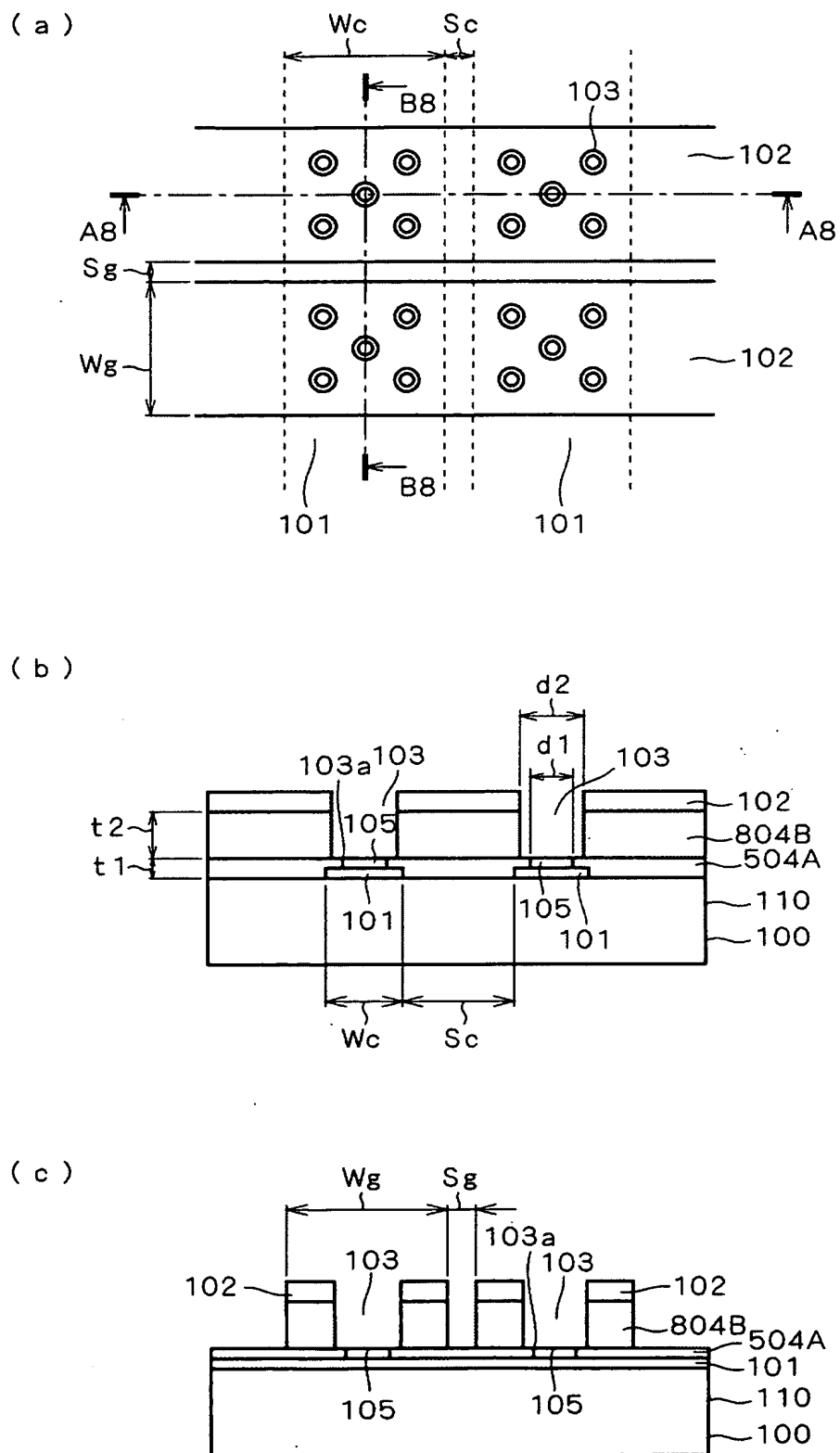
【図 2 2】



【図 23】



【図 24】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 カソード電極とゲート電極との間の短絡回避を容易に行うことができ、また、ゲートホール内に形成する微細繊維構造物質を含む物質層の膜厚管理を容易に行うことができる冷陰極発光素子を提供する。

【解決手段】 カソード電極 1 0 1 とゲート電極 1 0 2 との間に複数の絶縁層 1 0 4 A、1 0 4 B が介装される。ゲートホール 1 0 3 におけるゲート電極 1 0 2 寄りの絶縁層 1 0 4 B がゲート電極 1 0 2 と接触する部分の孔径 d 2 が、カソード電極 1 0 1 寄りの絶縁層 1 0 4 A がカソード電極 1 0 1 と接触する部分（底部開口部 1 0 3 a）の孔径 d 1 よりも大きく設定されている。その底部開口部 1 1 6 内に微細繊維構造を有する物質層 1 0 5 が設けられている。

【選択図】 図 2

特願 2 0 0 3 - 1 0 4 1 6 1

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[ 0 0 0 0 0 6 0 1 3 ]

1 . 変更年月日

1 9 9 0 年 8 月 2 4 日

[変更理由]

新規登録

住 所

東京都千代田区丸の内 2 丁目 2 番 3 号

氏 名

三菱電機株式会社